

DOKTORI ÉRTEKEZÉS

**A CSIPERKEGOMBA FAJOK HOZAMNÖVELÉSE
SZALMA TÁPTALAJON**

Sándorné Ferenc Krisztina

Budapest
2010

A doktori iskola

megnevezése: **Kertészettudományi Doktori Iskola**

Tudományága: **Növénytermesztési és kertészeti tudományok**

Vezetője: **Dr. Tóth Magdolna**

Egyetemi tanár, DSc

Budapesti Corvinus Egyetem,

Kertészettudományi Kar,

Gyümölcsstermő Növények Tanszék

Témavezető: **Dr. Győrfi Júlia**

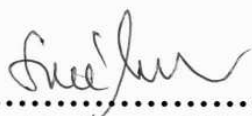
Egyetemi docens, PhD

Budapesti Corvinus Egyetem,

Kertészettudományi Kar,

Zöldség- és Gombatermesztési Tanszék

A jelölt a Budapesti Corvinus Egyetem Doktori Szabályzatában előírt valamennyi feltételnek eleget tett, az értekezés műhelyvitájában elhangzott észrevételeket és javaslatokat az értekezés átdolgozásakor figyelembe vette, ezért az értekezés védési eljárásra bocsátható.



.....
Az iskolavezető jóváhagyása



.....
A témavezető jóváhagyása

A Budapesti Corvinus Egyetem Élettudományi Területi Doktori Tanácsának 2010. október 4-i határozatában a nyilvános vita lefolytatására az alábbi Bíráló Bizottságot jelölte ki:

BÍRÁLÓ BIZOTTSÁG:

Elnöke:
Rimóczi Imre, DSc

Tagjai:
Dimény Judit, CSc,
Maszlavér Petra, PhD

Opponensek:
Hodossi Sándor, DSc
Szántó Mária, CSc

Titkár:
Kappel Noémi, PhD

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzés.....	5
2. Irodalmi áttekintés	9
2.1. A gombák kémiai összetétele.....	9
2.2. A gombák tápanyagigénye.....	12
2.3. <i>Agaricus bisporus</i> (J.E. Lange)Imbach és <i>Agaricus bitorquis</i> (Quél.)Sacc. fajok közötti különbségek	15
2.4. A csiperkegomba táptalaj alapanyagai	17
2.4.1. Szalma	17
2.4.2. Istállótrágya	18
2.4.3. Dúsítóanyagok	19
2.4.4. Egyéb szerves és szervetlen komposzt alapanyagok	21
2.5. Gombakomposztok.....	22
2.5.1. Istállótrágya komposzt	23
2.5.2. Szintetikus komposztok	23
2.6. A gombakomposztok készítése	25
2.7. Egyéb táptalajok	26
2.8. Gazdaságosságot érintő kérdések.....	29
3. Anyag és módszer	30
3.1. A kísérletek körülményei.....	30
3.2. Táptalajok	30
3.2.1. Xerotherm hőkezelési módszerrel előállított táptalaj	30
3.2.2. Mikrobiológiai hőkezelési módszerrel előállított táptalaj.....	31
3.3. Dúsítóanyagok	31
3.4. Oltóanyag előállítása	32
3.5. Az elő-, 2000 és 5000 grammos kísérletek beállításának módszere a xerotherm és mikrobiológiai módszerrel készített szubsztrátumon	34
3.6. Beltartalmi vizsgálatok.....	37
4. A kísérletek eredménye.....	38
4.1. Előkísérletek eredménye.....	38
4.1.1. Eredmények a xerotherm hőkezelési módszerrel előállított táptalajon	38
4.1.2. Eredmények a mikrobiológiai hőkezelési módszerrel előállított táptalajon	41
4.2. Xerotherm hőkezelési módszerrel előállított táptalajon lefolytatott kísérletek eredményei	46
4.2.1. A 2000 grammos kiszerezésben beállított kezelések	46
4.2.2. Az 5000 grammos kiszerezésben beállított kezelések.....	54

4.3. Mikrobiológiai hőkezelési módszerrel előállított táptalajon lefolytatott kísérletek eredményei	64
4.3.1. A 2000 grammos kiserelésben beállított kezelések	64
4.3.2. Az 5000 grammos kiserelésben beállított kezelések.....	71
4.4. A dúsítóanyagok, a táptalajok és a termőtestek beltartalmi vizsgálatának eredménye.....	80
4.5. A szalma táptalaj alkalmazásának gazdasági szempontjai	86
4.6. Új tudományos eredmények	87
5. Eredmények összefoglalása, megvitatása és javaslatok a gyakorlat számára.....	88
5.1. Előkísérletek	88
5.1.1. Micéliumszövődés sebessége	88
5.1.2. Hozamok	88
5.2. Xerotherm hőkezelési módszerrel előállított táptalajon beállított kísérletek	89
5.2.1. A 2000 grammos kísérletek eredményei.....	89
5.2.2. Az 5000 grammos kísérletek eredményei	90
5.3. Mikrobiológiai hőkezelési módszerrel előállított táptalajon beállított kísérletek.....	91
5.3.1. A 2000 grammos kísérletek eredményei.....	91
5.3.2. Az 5000 grammos kísérletek eredményei	92
5.4. A dúsítóanyagok, a táptalajok és a termőtestek beltartalmi vizsgálatának értékelése	92
5.5. Javaslat a gyakorlat számára.....	94
6. Összefoglalás.....	95
7. Summary	98
Táblázatok jegyzéke.....	100
Ábrák jegyzéke.....	102
Mellékletek	106
M1. Irodalomjegyzék	106
M2. Dúsítóanyagok laboratóriumi analízisének eredményei	112
M3. Termőtestek laboratóriumi analízisének eredményei	113
Köszönetnyilvánítás	114

1. Bevezetés és célkitűzés

Az európai gombatermesztés közel ötszáz évét tekintve a kezdetben igen lassú fejlődés az elmúlt száz évben jelentősen felgyorsult. Rögös út vezetett a csupán empirikus tudáson alapuló, nagy kockázattal és alacsony termésmennyiséggel járó termesztési módtól a mai modern, minden mozzanatában kidolgozott, nagy hozamot biztosító, számítógéppel vezérelt technológiáig. Tehát az intenzív csiperkegomba-termesztés speciális szaktudást és berendezéseket igényel.

Az *Agaricus bisporus* (J.E. Lange) Imbach gomba tápanyagigényére vonatkozó kutatások a termesztés kezdete óta jelen voltak, ami egyben a gomba táptalaj kutatását is jelentette. Számtalan tanulmány jelent meg a gomba táplálkozásáról, összetevőiről, amelyek mind a sikeresebb termesztés módszereit keresték.

A mai korszerű technológiával 100 kg komposztról 35-45 kg gomba szedhető. A hazai átlagos hozam 20-35 kg gomba 100 komposzton (Gruiz, 2001; Marselek et al., 2004; Balázs et al., 2006). Az Egyesült Államokban a 2008/2009. gazdasági évben átlagosan 30,1 kg/ m² hozamot kalkuláltak (USDA, 2010).

Minden elért eredmény nem jelentheti a csúcst. Vagy mennyiségben, vagy minőségben, gazdaságosságban tovább kell lépni a gombatermesztésben is. Van Horen et al. (2008) szerint a gombatermesztés csökkenő tendenciát mutat a fejlett nyugat-európai államokban, az Egyesült Államokban és Kanadában is. Ennek okai a Kína felől érkező olcsó gomba, az Európára jellemző magas előállítási költségek és az áruházláncok árversenyének nyomása. Így az európai és Egyesült Államokbeli gombatermesztők száma jelentősen lecsökkent az elmúlt években. Akik megmaradtak ebben az ágazatban, azok további hatékonyság- és versenyképesség növelésre kényszerülnek.

A csiperkegomba komposzt előállításának technológiája világszerte elterjedt, de előnyei mellett látnunk kell a hátrányait is. Sanchez et al. (2002) szerint ezek a sok idő-, hely- és munkaerőigény, a nagy beruházási igény és a környezetterhelő hatás.

A csiperketermesztésben a gazdaságosság növelése érdekében ma már talán nem a termés hozam további növelése az elsődleges cél. Folyamatosan vannak tennivalók a fajtakérdésben, a beltartalom javításában, a technikai feltételek javításában. A csiperkegomba táptalaja ma a szalma, lótrágya, baromfitrágya, gipsz és víz keverékéből készült komposzt. Előállítási feltételei az utóbbi évtizedekben tovább korszerűsödtek az egyre szigorodó környezetvédelmi előírásoknak megfelelően. A trágyák komposztálása meglehetősen bűzös, a nyálkahártyát ingerlő, jelentős mennyiségű ammónia- és egyéb gázképződéssel jár. A szabadban történő komposztálás esetén ez a bűz a szél segítségével kilométerekre terjed és a környezetet szinte elviselhetetlenné teszi.

A kellemetlen szag, a felszíni és talajvizek szennyeződésének valós lehetősége, a letermelt komposzt elhelyezésének problémájával együtt felkeltették a környezettudatos közvélemény érdeklődését is, akik folyamatos nyomást gyakorolnak az ágazatra (Walsh, 2000; Mamiro et al.,

2007). A levegő szennyeződését eredményező eljárásokat a hatóságok sem engedélyezik, tehát technikai fejlesztésre feltétlen szükség volt. Ma a komposztáló üzemek a termelői gázokat félig vagy teljesen zárt környezetben tudják közömbösíteni, ami meglehetősen drágítja a meglévő és a létesítendő üzemek költségeit.

A bűzt okozó gázok kiiktatására megoldás lehet egy olyan táptalaj, amely nem képez ilyen gázokat. Az ammónia és más bűzös gázok a komposztálás I. fázisában keletkeznek. Az elmúlt fél évszázadban voltak kísérletek arra, hogy a komposztálás folyamatát lerövidítsék vagy elhagyják, elsősorban az alapanyag-vesztés kiküszöbölése érdekében. A komposztálást gyakorlatilag sterilizálással vagy pasztörizálással váltották ki (Till, 1962; Hunke és Sengbusch, 1968; Hunke, 1971; Laborde et al., 1972). Többségük sikeres termesztésről számolt be, de eljárásaik nem terjedtek el.

A múlt század 70-es éveiben a francia INRA Bordeaux-i állomásán különböző gabonafélék szalmáit próbálták felhasználni csiperkegomba táptalajául. Hosszú éveken át tartó kísérleteik azonban nem vezettek sikerre. Így ezeket hivatalosan nem is publikálták. Az Egyesült Államokban sikeresen kísérleteztek *Agaricus bisporus* termesztésével pasztörizált komposztálatlan anyagok (fűrészpor különböző dúsítókkal keverve) és leteremett gombakomposzt keverékén. Terméseredményeik megközelítették a 30 kg/m² hozamszintet, de a gazdaságossági szempontokkal később foglalkoznak (Mamiro et al., 2007). Az amerikai kutatók célkitűzései között szerepelt a bűzképződéssel nem járó táptalaj kifejlesztése is (Mamiro et al., 2008).

Magyarországon a kecskeméti Zöldségtermesztési Kutató Intézetben egy *Agaricus bitorquis* (Quél.) Sacc. termőtestből - amely az épület fala és a járda közti néhány centiméteres földben jelent meg - szaporítóanyag készült, amelyet ráoltották a Zöldségtermesztési Kutató Intézetben *Pleurotus* sp.-k. termesztésére használt, xerotherm hőkezelési eljárással készült szalma táptalajra. Tudni kell, hogy ennek a szalma táptalajnak az anyaga búzaszalma, melyet kalapácsos darálóval felaprítanak, s egyben zúzzák is a szalmát, majd szárazon 100 °C-on 1 órán át gőzzel hőkezelik. Az így elkészített szalmát csak ezt követően nedvesítik és oltják be gombacsírával. A xerotherm eljárás nagy előnye, hogy egy nap alatt előállítható a csírázásra kész hőkezelt táptalaj.

Az *Agaricus bitorquis* faj csíráját erre a táptalajra oltva igen szép, kifogástalan ízű terméseket nyertek (Balázs és Kovácsné, 1993). Már ennek az új tapasztalatnak az elterjedtsége előtt is ismert volt az új fajok domesztikációs kutatása során, hogy pl. a *Coprinus comatus* (O. F. Müll.) Pers. egyaránt jól terem komposzton és szalma táptalajon is (Balázs és Kovácsné, 1987). Ezt a Zöldségtermesztési Kutató Intézetben próbálták ki először. Hasonló, de nem teljesen tisztázott a *Stropharia* sp. viselkedése is. A *Volvariella volvacea* (Bull. Ex Fr.) Sing. őshonos régióiban szintén képes szalmán és komposztokon is szépen fejlődni (Balázs és Kovácsné, 1987).

Ezt követően a Zöldségtermesztési Kutató Intézetben éveken át folytak kísérletek, megfigyelések a szalma táptalaj felhasználásának lehetőségeiről. Egyértelművé vált, hogy az *Agaricus bisporus* és *Agaricus bitorquis* fajok termesztethetők a hőkezelt szalma táptalajon is. Később tisztázódott, hogy az új táptalaj a beltartalmi értékeket nem befolyásolja (Vetter, 1988), nincsen érzékelhető különbség a komposztban és a szalmán termelt gomba ízében.

Annak ellenére, hogy bebizonyosodott a tény, mely szerint a szalma kedvező táptalaja a csiperkéknak, van egy ma még jelentős hátránya a komposzttal szemben, éspedig a kisebb termés hozam. Beigazolódott, hogy az *Agaricus* sp.-k a szalma táptalajon 15%-nál nagyobb kihozatalra nem képesek (Balázs és Kovácsné, 1993). Ez az eredmény a termeszítő számára kevés, ennek a kétszerese jelenthetné a szalma táptalaj versenyképességét. Amennyiben 30% kihozatal elérhető lenne szalma táptalajon is, akkor váltani lehetne a komposztált táptalajról a szalmára.

Az eddigi megállapítások alapján meg kell vizsgálni annak lehetőségét, hogy a szalmás táptalajon növelhető-e a gomba termés hozama a gazdaságos termésszint eléréséig.

Egyelőre csak Magyarországon figyeltek fel a szalmás táptalaj gazdaságos felhasználhatóságának lehetőségére, s itt folytak olyan kísérletek, amelyek sikerrel biztatják a hazai kutatókat. Ma már biztos, hogy az egyik kulcskérdés a táptalaj nitrogéntartalma. A hagyományos trágyakomposzt nitrogéntartalma a szárazanyagra vonatkoztatva a csírázás idején 2,0-2,3% körüli. A szalma táptalaj nitrogéntartalma 0,5% körüli. Feltételezhető, hogy a leghatásosabb lehetőség a szalma táptalaj termés hozamának fokozására a szalma nitrogéntartalmának növelése.

Milyen előnyöket jelenthetne a szalmás táptalajra történő áttérés? Először is nem következne be a komposztálás ideje alatti bűzképződés. Nem kellene drága berendezéseket létesíteni. Ilyen értelemben is lényegesen olcsóbb lenne a táptalaj-előállítás. További, főként gazdasági, egyben időbeni előnye van a szalmás táptalajnak: rövid, egy-két napos táptalaj-előállítást tesz lehetővé, szemben a trágyakomposzt 14-16 napos idejével. A mikrobiológiai hőkezelési eljárással előállított szalma táptalaj is 10-11 nap alatt készül el az alapanyagok összekeverésétől a csírázásig. Ez utóbbinál a buráházás igény nagyobb, mint a xerotherm módszer esetében.

A kérdés felvetése magyar úttörőmunka. A francia kutatók próbálkozásai eredménytelenek voltak. Csak nálunk értek el olyan eredményeket, amelyek biztatóak az új szubsztrátumon való gombatermesztés jövőjét illetően. Sajnálatos tény, hogy ebben a témakörben a felsoroltak miatt alig található szakirodalmi forrásmunka. A magyar kutatási eredmények publikáltak, és azok eredménye alapján nyílt lehetőségem e témában kutatómunkát végezni. Elsősorban a szalma táptalaj nitrogéntartalmának „pótanyagokkal” történő növelése érdekében vizsgáltam. Az eddigi termesztés során is használtak a termeszítők kereskedelemben kapható dúsítóanyagokat, amelyek lehetnek ásványi vagy szerves eredetűek. Némelyek összetétele ismert, de többségüknél csak a főbb összetevőket közlik. Kísérleteimben a kereskedelemben kapható szerves eredetű dúsítóanyagot és

ezen kívül más, nagyobb nitrogéntartalmú mezőgazdasági hulladékanyagokat használtam a nitrogéntartalom javítására.

Célul tűztem ki, az *Agaricus bisporus* és az *Agaricus bitorquis* fajok termőképességének tanulmányozását komposztálás nélküli, mind xerotherm, mind mikrobiológiai hőkezelési eljárással előállított, nitrogénben gazdag anyaggal dúsított szalma táptalajon.

A kitűzött cél elérése érdekében vizsgáltam a gombamicélium szövődések mértékét, a termőrefordulási időt, az első szedés idejét, a terméslefutást és a hozamokat.

Megvizsgáltam a dúsított szalma táptalajok pH-értékét, nedvesség- és nitrogéntartalmát. Meghatároztam a szalmás táptalajon termett *Agaricus bisporus* és *Agaricus bitorquis* termőtestek főbb beltartalmi értékeit, majd összehasonlítottam azt a komposzton termett *Agaricus bisporus* beltartalmi értékeivel.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A gombák kémiai összetétele

A gombák a növények és az állatok mellett az élővilág önálló csoportját képezik (Kalmár, 1976). A gombák a többi élőlényekhez hasonlóan a következő alapvető kémiai elemeket tartalmazzák: H, O, C, N, P, S, K, Na, Mg, Ca, Fe, Mn, F, Cl, Si, Al és Cu. Ezek az elemek elsősorban valamilyen jellemző vegyület formájában vannak a gombában (Törley, 1972).

A makro- és mikroelemek jelentősége egyformán nagy. Míg a makroelemek elsősorban a szerkezeti felépítésben vannak jelen, addig a mikroelemek a gombaszervezet funkcionalitásában játszanak kulcsszerepet. Szénvegyületekből áll a protoplazma, a sejtfal anyagai és a tartalék tápanyagok. A nitrogénvegyületek közül a proteinek vannak jelen nagy mennyiségben, és ilyen típusú vegyületek az enzimek is. A kén szerepel egyes aminosavak, vitaminok összetételében és az enzimek funkcionális csoportjaiban. A foszfor építőeleme az ATP molekulának, a foszforsavnak, amely a koenzimek és foszfolipidek alkotórésze. A fémes elemek ionjai a sejtek kolloid tulajdonságaira vannak hatással. A mikroelemek közül néhánynak az enzimműködésre van befolyása. A káliumnak valószínűleg a szénhidrát anyagcserében van szerepe (Törley, 1972).

Víz

A gombák átlagosan 90% vizet tartalmaznak. Balázs (1974) mérései szerint a termesztett csiperkegomba kalapja 92,6 %, a tönkje 91,5% vizet tartalmazott. Chang és Miles (2003) szerint a csiperkegomba víztartalma 78-90% között van. A víz nem csak szállítóanyag és közeg, hanem részt is vesz sok szerves anyag kémiai átalakulásában (Törley, 1972). A csiperkegomba termőteste víztartalmának 54-83%-a a szubsztrátumból, 17-46%-a a takaróföldből származik, annak vastagságától és vízkapacitásától függően (Kalberer, 1990).

Ásványi anyagok

A gomba víztartalmának eltávolításakor visszamarad a szárazanyag, ami általában 10% körül van. A szárazanyag legnagyobb része, 8-9,6%-a szerves anyag, melynek elégetése után visszamaradó rész a hamu. Ennek mennyisége 0,4-2% között mozog. A hamu legjelentősebb alkotórészei a káliumoxid (43-56 %) és a foszforpentoxid (20-34%). A gomba öregedésével a hamutartalom növekszik (Törley, 1972). Vetter (2000 c) szerint a hamu mennyisége közel azonos a tönkben és a kalapban. A terméshullámok számának növekedésével csökken a gomba hamutartalma. A makroelemek közül legnagyobb mennyiségben a kálium (37-38 g/kg) és a foszfor (8-10 g/kg száraz tömeg) a tönkben és a kalapban fordul elő. A makroelemek közül a magnézium és a kalcium mennyisége viszonylag kevesebb, 1,55 g/kg a száraz tömegben (Vetter, 2000 b).

Vetter (1988) a termesztett csiperkéből a következő ásványi anyagokat mutatta ki: alumínium, bór, bárium, kalcium, kadmium, kobalt, króm, réz, vas, kálium, lítium, magnézium, mangán, molibdén, nátrium, nikkel, foszfor, ólom, stroncium, titán, vanádium, cink és szelén. Az elemek

változó arányban fordulnak elő a tönkben és a kalapban. A hagyományos komposzton és hőkezelt szalmán termett gombaminták ásványianyag-tartalmának összehasonlító analízise alapján megállapította, hogy azok nagyjából megegyeznek, vizsgálataiban nem mutatható ki szignifikáns különbség a két termesztésmóddal előállított gomba összetételében. Ez azt is jelzi, hogy a gomba a gombakomposzttól eltérő kémiai összetételű táptalajon is képes kielégíteni tápanyagigényét. Vetter (1994) vizsgálatai szerint a kétféle szubsztrátumon termesztett csiperkegombából a következő ásványi elemeket mutatta ki (1. táblázat).

1. táblázat: A kétféle módszerrel előállított táptalajról szedett *Agaricus bisporus* termőtestek főbb összetevői Vetter (1994) nyomán

	Komposzt alapanyag	Szalma alapanyag
Szárazanyagtartalom (friss %-ban)	9,5	-
Nyersfehérje tartalom (sz.a. %-ban)	28,34 (Nx4,38)	-
Ásványi elemek	mg/kg szárazanyagtömeg egységben	
P	12.003	15.796
K	38.334	44.514
Ca	2.601	1.803
Mg	1.071	1.255
Na	811	638
Fe	78	114
Mn	7	7
Zn	87	60
Cu	51	31
B	31	3
Mo	0	1

Szerves vegyületek

Ezek alkotják a gombák vázát és színét, szabályozzák az életfolyamatokat (Törley, 1972).

Közülük nagyobb mennyiségben, 4,8%-ban (friss gombát tekintve) a **fehérjék** vannak jelen (Bötticher, 1974). Vetter (1989) szerint az *Agaricus bisporus* fajnak a nyersfehérje-tartalma a szárazanyagban 27 és 33% között mozog, azaz a nitrogéntartalma 5,2-7,5% között van (új számítással: Nx4,38 = nyersfehérje). Chang és Miles (2003) szerint a csiperkegomba nyersfehérje

mennyisége 2,4 és 3,5% között van. Uzonyiné (1969) szerint a szárazanyag tömegében a nitrogén 6,4%. Ezek a fehérjék nagyon hasonlítanak az állati fehérjékhez. A gombákban található 20 fehérjeépítő aminosavból 8 esszenciális aminosav: izoleucin, leucin, lizin, fenilalanin, metionin, treonin, triptofán, valin. Ezért a gombafehérjék teljes értékű fehérjéknek tekinthetők (Balázs, 1982). Bötticher (1974) szerint a gombák nitrogéntartalmú vegyületei 60-70%-ban valódi fehérjék, 13-16% amin vegyület, 16-20% szabad aminosav, 1-3% ammóniakötés található bennük. A gombák fiziológiai folyamatait is enzimek irányítják, amelyek szintén fehérjék. Ezek az enzimek lehetnek exoenzimek (celluláz, amiláz, pektináz stb.) és endoenzimek (katalizátorok, inhibítorok stb.) (Törley, 1972).

A nitrogéntartalom mérésére a Kjeldahl-módszer a legelterjedtebb. Első lépésben a vizsgálandó anyagot erős savval, kénsavval roncsolják, miközben forralják és a nitrogéntartalmú vegyületekből ammónium-szulfát keletkezik. Ezután a desztilláció folyamata következik. A roncsolt anyagba főlegben lúgos oldatot (NaOH) öntenek és ammónia szabadul fel. A kiforralt illékony ammóniát a kondenzáló edény végén keresztül egy savas oldatot tartalmazó edénybe engedik, mint csapadékot. Ezt követően visszatitrálásos módszerrel az oldatban elnyelődött ammóniát általában nátrium-hidroxiddal titrálják. A színváltozás, amelyhez általában metilnarancs indikátort alkalmaznak, a titrálás végét jelzi. A mintában lévő nitrogén mennyisége a fogadó (elnyelő) oldatban megtalálható és a titrálás során mennyiségileg meghatározott ammónium ionok mennyiségéből számolható. A nitrogéntartalomból pedig - különböző közelítő szorzótényezők alkalmazásával - következtetni lehet a minta fehérjetartalmára. Az ily módon mért fehérjetartalmat nevezik nyersfehérje-tartalomnak (<http://elelmiszervizsgalat.hu/content/view/146/104/>). A gombák esetében az 1980-as évektől kezdve nem ugyanazt a szorzófaktort alkalmazzák, mint amelyet az állati és növényi eredetű fehérjéknél, hanem 30%-kal alacsonyabbat (4,38), amely egyes kutatók szerint realisabb eredményeket ad. Ezért a korábbi irodalmi adatokat kritikával kell fogadni és át kell számolni (Vetter, 2000 a). Jakucs (1996) is felhívja a figyelmet a módosított szorzófaktorra, amely az élelemiszeriparban és takarmányozásban továbbra is 6,25, de a gombák esetében 4,38-ra csökkent.

A szárazanyag másik nagy részét a **szénhidrátok** jelentik, melyek a gomba tömegének 3,5%-át teszik ki (Bötticher, 1974). A magasabb rendű gombák főként hemicellulózt tartalmaznak (Balázs, 1982). A gombasejt falát cellulóz helyett a kitin alkotja. Ez egy N-acetol-glükózamin egységekből álló β -1,4 glükozidos kötésekkel felépülő biopolimer (Jakucs és Vajna, 2003). Törley és Nedelkovits (1966) szerint a következő szénhidrátok fordulnak elő a gombákban: fruktóz, glükóz, ramnóz, arabinóz, trehalóz és galakturonsav. A trehalóz egy disszaharid, amely egy jellegzetes gombacukor (Terpó, 1983)

A kitinből származó rosttartalom legtöbbször 0,8-1,2% között változik a gombákban (Törley, 1972).

Bötticher (1974) szerint a friss csiperke a szárazanyag 0,2%-ában tartalmazott zsírokat és olajokat. A legtöbb gombában található palmitinsav, sztearinsav, olajsav, linolsav és linolénsav.

A csiperkegombából mutattak ki vitaminokat is. Található benne D, E, K, B₁, B₂, C, B₆ vitamin, nikotinamid, pantoténsav, biotin, folsav (Bötticher, 1974). Lelley (1997) szerint 100 g szárazanyagban B₁ vitaminból 1,1 mg, B₂ vitaminból 4,7 mg, niacinból 56 mg, pantoténsavból 22,5 mg, folsavból 267 µg, C vitaminból 53 mg található.

Japán kutatók *Agaricus bisporus* kivonat antitumor hatását állapították meg (Q'sai, 2004). Amerikai kutatók *in vitro* és *in vivo* kísérletekben kimutatták, hogy az *Agaricus bisporus* napi fogyasztása gátolja a hormonális eredetű mellrák kialakulását (Chen et al., 2006).

2.2. A gombák tápanyagigénye

A csiperkegomba heterotróf táplálkozású, szaprobionta szervezet, így tápanyagigényét a környezetében található vízből, szénforrásokból, nitrogénforrásokból és ásványi anyagokból elégíti ki. Ezek a vegyületek bomló szerves anyagokban találhatók, amelyen a csiperke jól fejlődik és a termőtalaj szerepét a táptalaj veszi át. Az *Agaricus* fajok esetében ez a gombakomposzt. Ahhoz, hogy a gomba a genetikailag kódolt módon fejlődhessen és termesztés esetén a gomba minősége megfelelő legyen, biztosítani kell a tápanyagokat, a jó minőségű táptalajt. A termesztési feltételek közül ennek van az egyik legnagyobb szerepe.

A tápanyagok felvételéhez nélkülözhetetlen a víz jelenléte.

A gombák számára a legfontosabb tápanyagok a poliszacharidok. A monoszacharidok közül a D-glükóz energetikailag a legkedvezőbb szénforrás, amelyet szinte minden gombafaj tud hasznosítani. A glükóz poliszacharid formában, mint cellulóz, lignin, keményítő nagy mennyiségben termelődik évente a természetben (Jakucs és Vajna, 2003). A cellulóz molekula a növényi sejtek strukturális anyaga, amely a sejtfalban párhuzamosan, kötegekben helyezkedik el. A kötegek közötti résekben a sejt funkciójától függően más anyagok - mint a stabilitás növelése esetén a lignin - épülhetnek be. A sejtek lignintartalma 25-80% között is változhat (Kastori, 1995).

A hemicellulózok olyan poliszacharidek, amelyek általában D-xilóz, D-manóz, D-glükóz, D-arabinóz, D-galaktóz molekulából és uronsavból állnak. A szalma gazdag xilánokban, akár 27%-ot is tartalmazhat (Gašić, 1992). A fűfélékre az arabinoxilánok a jellemzőek, de előfordulnak bennük csak D-xilóz egységekből felépülő xilánok is. A xilanáz enzimszerek a bazidiumos nagygombák esetében rendkívül gyakoriak (Jakucs és Vajna, 2003). Az 5 szénatomból álló szénhidrátok közül a xilánok hidrolízisekor keletkező D-xilóz az egyik legjobb szénforrás.

Treschow (1944) szerint a lignin helyett a hemicellulózoknak van nagy szerepük, amit azzal magyaráz, hogy a rövidebb komposztálást követően nagyobb a csiperke terméshozama. Megállapította azt is, hogy a termesztés folyamán először a hemicellulóz, majd a cellulóz és végül a lignin használdik fel. (Bohus et al., 1961) szerint a csiperkegomba jobban fejlődik szénforrás keveréken, mint egyféle szénforráson. Gerrits et al. (1965) szerint a lignint, pentozánt és cellulózt a gomba micéliuma meg tudja támadni, és nem más versengő szervezetek hasznosítják ezeket. A gomba micéliuma ugyanannyi lignint használt fel a komposztból átszövetés alatt, mint a termesztés ideje alatt. Az összesen felhasznált pentozánból (hemicellulózból) és cellulózból 1/3 és 1/8 részt vett fel az átszövetés alatt, a többit a termesztés folyamán bontotta le.

A gomba extracelluláris enzimeivel ezeket a poliszacharidokat monoszacharidokká hidrolizálja. Azoknak a gombataxonoknak, amelyek a cellulózt egyedüli szénforrásként hasznosítják, teljes cellulázrendszerük van. A cellulóz három enzimrendszeren keresztül bomlik le: endoglukanáz, cellobiohidroláz és cellobiáz. Többek között az *Agaricus* nemzetség jó celluláztermelő (Jakucs és Vajna, 2003).

Sinden és Hauser (1950) szerint a gombamicélium a komposztálás során a szénhidrátok karamellizálódása közben keletkező anyagokat is képes hasznosítani.

A csiperkegomba másik nagy tápanyagforrásai a nitrogéntartalmú vegyületek. A szerves és szervesetlen nitrogént a fehérjeszintézishez használja fel, amely a növekedési szakaszban igen intenzív. Elsősorban a biológiailag kötött nitrogént tudja hasznosítani, a szervesetlen nitrogént csak egyéb mikroorganizmusok által közvetve. A szabad ammónia gátolja a micéliumnövekedést (Uzonyiné, 1969). Treschow (1944) szerint a csiperkegomba kizárólag ammóniumnitrogént (ammónium-szulfát, ammónium-nitrát) és szerves nitrogént (aszparagin, glikokoll) tud felhasználni. Szintén megállapította, hogy a szervesetlen (ammónium-nitrát, ammónium-hidrofoszfát, ammónium-citrát, ferriammónium-citrát stb.) és szerves (aszparagin) ammónium sók jó nitrogénforrások. Bohus et. al. (1961) megállapításai szerint a karbamid legalább olyan jó nitrogénforrás, mint a legmegfelelőbb aminosav, a glikokoll. A csiperkegombában van ureáz enzim, amely a karbamid lebontásához szükséges. Stoller (1954) szerint a micélium jól hasznosította a karbamidot, ha tanninnal vagy ligninnel kombinálták, mert ez utóbbiak csökkentették az ammónia felszabadítás mértékét. A csiperkegomba nem vesz fel nitrátokat. A nitrogén nagy része felvehető a komposztálás során keletkezett nitrogéndús lignin-humusz komplexből (van Griensven, 1988).

A proteineket a gombáknak proteolitikus enzimeikkel le kell bontaniuk egyszerűbb anyagokká, hogy fel tudják őket venni.

Lilly és Barnett (1951) szerint a protein hidrolízis sémája: protein>metaprotein>proteázok>peptonok>peptidek>aminosavak.

Az aminosavak szabadon is előfordulnak a komposztban, és ezek egy része jól hasznosul. Több kutató szerint az ún. primer aminosavak változatlanul kerülnek be a csiperkegomba anyagcseréjébe. A szekunder aminosavakat először le kell bontania.

A gomba tápanyagai közé tartoznak az ásványi anyagok. Laboratóriumi vizsgálatok szerint a termőtestben és micéliumban kimutatható ásványianyag-tartalom eltér attól függően, hogy a táptalaj milyen mennyiségben tartalmaz ásványi anyagokat. A termesztés körülményei is befolyásolják az ásványianyag-tartalom alakulását (Balázs, 1982).

Uzonyiné (1969) szerint a gomba fejlődéséhez a következő makroelemekre van szüksége: P, S, K, Mg, Ca.

Treschow (1944) szerint a micélium növekedésében fontos szerepet játszik a kalcium, a kálium és a magnézium. A termésképzés időszakában a kalcium jelentősége kerül előtérbe. A gyakorlatban gipsz, kalcium-karbonát, mészkőpor vagy oltott mész formában adagolhatunk kalciumot a gomba táptalajába. A magnézium szintén nélkülözhetetlen elem, mivel számos enzimrendszert aktivál (Uzonyiné 1969).

A foszfor az anyagcsere folyamatokban kap jelentős szerepet. A csiperkegomba a foszfort foszfátokból nyeri a foszfátáz enzimjének segítségével. Treschow (1944) megállapított egy optimum értéket (0,005-0,008 mol), amit a komposztnak tartalmaznia kell, de az esetleges foszforpótlásokról eltérőek a vélemények (Balázs, 1982). A káliumra (100-360 mg/1000 ml mennyiségben) a gombának a szénhidrátok anyagcseréjénél van szükség. Mivel a természetes trágyában van elegendő belőle, szintetikus komposztok összeállításánál kell pótlásra gondolni. Ebben az esetben kálium-szulfátot javasol a szakirodalom (Balázs, 1982).

A csiperkegomba a kénhiányát szulfátokból fedezi és redukció útján építi be sejtjeibe.

A mikroelemek szerepe elsősorban funkcionális, az enzimműködésben és anyagcsere folyamatokban vesznek részt. A vas jelenléte előnyösen segíti a nitrogénforrások felhasználását, enzimeket aktivál (Uzonyiné, 1969). A cink a micélium fejlődésében játszik fontos szerepet. Hiánya a cukormolekulák átalakulásának reakcióit gátolja. A réz és mangán enzimaktivátorok. A molibdén a sejtek nitrogénmegkötő rendszerében nélkülözhetetlen. A vitaminok és növekedést serkentő anyagok használata változó eredményt adott (Uzonyiné, 1969).

2.3. *Agaricus bisporus* (J. E. Lange)Imbach és *Agaricus bitorquis*(Quél.)Sacc. fajok közötti különbségek

Az *Agaricus bisporus*, vagyis a kétspórás csiperke a termesztés legelterjedtebb faja. Az *Agaricus bitorquis*, azaz ízletes csiperke tulajdonságaira a gyakorlati termesztés figyelt fel és a szakirodalomban is szinte mindig megemlítésre kerül a kétspórás csiperke (1. ábra) mellett. Mindkét faj a *Basidiomycota* törzs *Agaricales* rendjének *Agaricaceae* családjába tartozik (CABI, 2010).



1. ábra: *Agaricus bisporus* faj termőtest fejlődése

Az *Agaricus bitorquis* zömök megjelenésű gomba, lefelé keskenyedő rövid tönkjén két gallér található. A kalap formája lapos, pogácsaszerű, tömör, széle begöngyölt, selymes tapintású és fehér színű (2. ábra).



2. ábra: *Agaricus bitorquis* termőtestek

Magyarul kétgyűrűs (Kalmár et al., 1989) és bocskoros (Szili és Véssey, 1980) csiperkének is nevezik. Angol nevei inkább az előfordulási helyeire utalnak: sidewalk mushroom, urban agaric, torq, pavement mushroom, banded agaric (V Plants, 2010).

Az *Agaricus bitorquis*ra jellemző, hogy fejlődéséhez magasabb hőmérsékletre van szükség. A termesztés során az átszövetés optimális lég hőmérséklete az *Agaricus bisporus*nál 25-27 °C között (Györfi, 2003), az *Agaricus bitroquis*nál 29-31 °C között is lehet az ún. trópusi törzseknél, ilyen pl. a Somycel-AGC W20 törzse (Szili, 1994). A termesztés optimális lég hőmérséklete az *Agaricus bisporus*nál 17-18 °C között (Györfi, 2003), az *Agaricus bitorquis* esetében 24-26 °C között van (Szili és Véssey, 1980). Alacsonyabb hőmérsékleteken (15-20 °C) is fejlődik, de akkor a fejlődése lelassul. A magasabb hőmérséklet a termesztés ideje alatt több párást igényel. Az *Agaricus bitorquis* további előnye, hogy a kalap felbőre vastagabb, így kevésbé érzékeny a nyomásra. Hosszabb a pulton tarthatósága. Az *Agaricus bitorquis*-t csiperkekomposzton termesztik, amelynek esetleges ammóniatartalmára ez a faj érzékenyebb. Az *Agaricus bisporus*hoz viszonyítva kevesebb friss levegőre van szüksége.

Nem minden *Agaricus bitorquis* törzs alkalmas a termesztésbe vonásra. Az első új fajtát No.2017 néven 1973-ban a Somycel cég vezette be. Később a Le Lion, a Holland Gombakutató Állomás és Sinden is gyarapították a választékot. Néhány termesztésre szelektált fajta kevésbé érzékeny a termesztéstechnológiai hibákkal szemben. Ezek micéliumnövekedése gyorsabb, a gomba formája tetszetős, hozama jobb és feldolgozásra is alkalmas (van Griensven, 1988). Lelley (1991) is megemlíti, hogy nem mindegyik törzs alkalmas feldolgozásra, mivel a sötét színű lemezek elszínezik a felöntő levet. Például a Horst K-23 törzs - természetesen csak szeletelve - dobozos és üveges kivitelben is jó minőségű terméket ad.

Az *Agaricus bitorquis* fajt 1973 óta Hollandiában termesztik, de csak kis mennyiségben. A legfontosabb tulajdonságának a vírusbetegségekkel szembeni ellenállóságát nevezik meg (van Griensven, 1988). Az *Agaricus bitorquis* szintén kevésbé érzékeny a *Verticillium fungicola* var. *fungicola* és *Mycogone perniciosa* fertőzésekre, mint az *Agaricus bisporus* (van Griensven, 1988). Van Zaayen (1976) végzett kísérleteket provokált fertőzés módszerével, és az *Agaricus bisporus* fajtákkal ellentétben az *Agaricus bitorquis* fajták terméseredménye nem csökkent és termőtesteikben a vírus részeit sem találták meg. Ezért a termesztő létesítmények esetleges fertőzöttsége esetén egy termesztési ciklusban *Agaricus bitorquis* telepítése és a higiéniai szabályok maximális betartása segíthet a gombavírus fertőzés megszüntetésében (Fletcher et al., 1989). Az *Agaricus bitorquis* törzsek nem vagy negatívan reagálnak a dúsítókra. Dúsításakor nem a gombák méretére, hanem a tőfejek számára van kihatással. Ha 20%-kal nagyobb hozamot kapunk, akkor azt a 20%-kal több termőtest okozta. Az átlagos hozamszintre nincs kihatással a dúsítás (van Griensven, 1988). Szili (2008) nem javasol dúsítást. Lelley (1991) szerint az *Agaricus bitorquis*

esetében nem szokatlan a 20%-os terméseredmény sem. Stamets (1983) szerint az átlagos terméseredmény 20 cm táptalajréteg esetén 14-18 kg/m² körül van. Stamets-hez hasonlóan Vedder (1978) is 16-18 kg/m² mennyiségben állapítja meg a várható hozamot.

Az *Agaricus bisporus*nál a hozam 28-34 kg/100 alapanyag, amely 45-50 nap alatt 4 hullám szedésével érhető el (Györfi, 2003).

Balázs és Kovácsné (1993) sikeresen termesztett *Agaricus bitorquist* komposztálás nélküli hőkezelt szalma táptalajon.

A termesztésben való felhasználás mellett szól az a tulajdonsága is, hogy az *Agaricus bisporus* fajhoz viszonyítva átlagosan 5 °C-kal magasabb hőmérsékletet igényel. Guler et al. (2006) szerint nagy szükség van olyan melegtűrő csiperke fajtákra, amelyek a kisebb és kevésbé korszerű gazdaságokban is sikeresen termesztethetők a nyári hónapokban. Kísérleteikben vadon gyűjtött *Agaricus bitorquis* törzsekből 30, 32, 34, 36 °C-on készítettek csírákat, majd az átszövetési időszakban a komposzt hőmérsékletét 30 °C-on tartották. A letermesztést 30, 32 és 34 °C-on végezték el. Eredményeik szerint vannak olyan törzsek, amelyek 32 °C hőmérsékleten nagyméretű és tömör szövetű kalapot képesek fejleszteni.

2.4. A csiperkegomba táptalaj alapanyagai

A csiperkegomba táptalaja a gombakomposzt. A termesztés sikeressége a komposzt minőségétől függ, ezért a termesztési feltételek közül a komposzt előállítására kell a legnagyobb figyelmet fordítani. A gombakomposztot a termesztési kívánt csiperkegomba tápanyagigényének megfelelően kell elkészíteni.

A csiperkegomba komposzt alapanyagai a különböző istállótrágyák, szalmák és egyéb szerves és szervetlen anyagok.

2.4.1. Szalma

A gabonaszalma, ezek közül is a búzaszalma a gombakomposzt leggyakoribb alapanyaga hazánkban és világviszonylatban is. Egyéb szalmákhoz viszonyítva a búzaszalma komposztálás során jobban megőrzi rugalmasságát, mint a rozs- vagy zabszalma. Nem csak friss állapotban használható, hanem több évi tárolás után is (Szabó, 1990).

A szalma minősége függ a gabonafajtától, az évjárártól és a termőhelytől. Magyarországon a 60-as években a rozs- és búzaszalma mellett rizsszalmából is készítettek komposztot, amelynek minőségét megfelelőnek találták (Szabó, 1990). Az almozáshoz használt szalma is legyen friss, nem lehet dohos vagy rothadt. Kevésbé jó az árpa- és zabszalma, de a rozsszalmának a többi szóban forgó szalmához viszonyítva legrosszabb a beltartalmi értéke (2. táblázat).

2. táblázat: Különböző szalmák főbb összetevői (Stamets, 2000) és C:N arány (Kreybig, 1955) nyomán

Alapanyag	Száraz anyag	Összes ásványi anyag	Nitrogén	Foszfor	Kálium	Kalcium	Fehérje	Nyers rost	Zsír	C:N
	%									
Búzaszalma	92,6	8,3	0,62	0,07	0,79	0,21	3,9	36,9	1,5	230:1
Rozsszalma	92,8	3,5	0,56	0,09	0,9	0,26	3,5	38,7	1,2	-
Zabszalma	89,7	6,3	0,66	0,1	1,35	0,19	4,1	36,1	2,2	-
Rizsszalma	92,5	14,5	0,62	0,07	1,22	0,19	3,9	33,5	1,4	50:1

Poppe és Hofte (1995) in vitro petricsészében, 48 féle mezőgazdasági hulladékon (pl. banánlevél, kakaóhéj, gyapotszalma, kukoricaszár, fűrészpor, szőlőtörköly stb.) *Agaricus bisporus* és *Agaricus bitorquis* fajokkal végzett kísérletet. Leggyorsabban a lótrágyán növekedett a micélium az *Agaricus bisporus*, és fűszecskán az *Agaricus bitorquis* esetében. Ezután a mérsékelt égövi gabonafélék szalmája következett.

A gombakomposztok alapanyagaként a szalma mellett a víz szintén elengedhetetlen alapanyag. A víz jelenlétében indulnak be a mikrobiális folyamatok a komposztban. A szintetikus komposztok esetében a száraz anyag tömegének a négyszeresét kell vízszükségletként számolni (Balázs, 1982).

2.4.2. Istállótrágya

Az istállótrágyák nagyon változatosak, amelyek közül a lótrágya a csiperkegomba klasszikus táptalaj összetevője. A lótrágya akkor a legjobb táptalajnak, ha a lovakat száraztakarmánnyal, lehetőleg zabbal és szénával etették, majd a trágyát szakszerűen kezelték. A lótrágya nitrogéntartalma száraz anyagra számítva 1,2-1,3%, nyerstömegre vonatkoztatva 0,5% körül van. A sportlovak trágyája jobbnak bizonyult az igavonó lovakénál. A lótrágyával szembeni követelmény, hogy az friss legyen. Nem használható a hosszabb ideig szarvasban vagy kazalban tárolt trágya. A trágyát vékony, 10-15 centiméteres rétegben szétterítve kell tárolni, így a lebomlási folyamatok a minimálisra csökkenthetők (Balázs, 1982). A lótrágya az ezredfordulón is 20-30%-át tette ki a csiperkekomposzt összetételének (Rácz és Koronczy, 2001). Más istállótrágyákat is használnak világszerte a csiperkekomposzt előállításához, javításához. A baromfitrágyát a szintetikus komposztok alapanyagaként használják, lótrágya helyettesítésére és a nitrogén pótlására. Nitrogéntartalma nedvesen 1,5%, szárazon 2,4%. A sertéstrágya használhatóságáról kevés információ áll rendelkezésre. Elsősorban más trágyákkal keverve adott jó eredményt. A

szarvasmarhatrágyát Angliában és Romániában, de Magyarországon is eredményesen használták különböző keverékekben. Bulgáriában és Argentínában is sikeresen használtak juhtrágyát. A nyúltrágyát Dániában alkalmazták komposzt előállításra (Balázs, 1982). Istállótrágya hiányában más nitrogénben gazdag anyagot adagolnak az alapanyaghoz (van Griesven, 1988).

2.4.3. Dúsítóanyagok

A dúsítóanyagok lehetnek szervetlen és szerves eredetűek. Magyarországon a 60-as évek elejéig a táptalaj nitrogéntartalmának növeléséhez ammónium-szulfát műtrágyát, karbamidot és pétisót használtak (Uzonyiné, 1969). A csiperkegomba szerves nitrogénforrásai lehetnek a különféle trágyák, a lótrágya, baromfitrágya, juhtrágya, marhatrágya, sertéstrágya. A szintetikus komposztok esetében a fehérjék pótlására használhatók egyéb ipari és mezőgazdasági melléktermékek, mint a sörtörköly, gyapotmagliszt, szójaliszt, vérliszt (Balázs, 1982). Bano et al. (1978) pasztörizált búzaszalmát *Pleurotus flabellatus* (Berk.& Bromme) Sacc. fajjal oltott be. A micéliummal teljesen átszőtt alapanyagot gyapotmag-liszttel dúsította és a hozam 85%-kal megnövekedett. Ezen kívül a gomba nitrogéntartalma is megemelkedett és az íze is intenzívebb lett. Hozzáférhető nitrogénforrások lehetnek a különböző pillangós növények szalmái vagy a takarmánybúza korpa (3. táblázat).

3. táblázat: A gombatermesztésben nitrogéndúsításra alkalmazható és viszonylag könnyen elérhető anyagok kémiai összetétele (Stamets, 2000)

Alapanyag	Száraz anyag	Összes ásványi anyag	Nitrogén	Foszfor	Kálium	Kalcium	Fehérje	Nyers rost	Zsír
	%								
Lucernaliszt	92,7	9,1	2,58	0,19	1,91	1,32	16,1	27,1	2,2
Borsószalma	90,2	5,4	0,98	0,1	1,08	-	6,1	33,1	1,6
Szójaszalma	88,8	5,1	0,64	0,13	0,62	-	4,0	41,1	1,1
Szójabab	90,0	4,6	6,06	0,59	1,5	0,25	37,9	5,0	18,0
Búzakorpa	90,1	6,1	2,7	1,29	1,23	0,14	16,9	9,6	4,6

A komposztok nitrogéntartalmának növelésére korábban szervetlen nitrogén műtrágyákat használtak, de sok év után megállapítást nyert, hogy a csiperkegomba és a komposztban levő mikroorganizmusok a nitrogént a legjobban szerves anyag formájában képesek hasznosítani, és a baromfitrágya az egyik legolcsóbb és legelérhetőbb nitrogénforrás (Rác és Koronczy, 2001).

Bahl (1991) megkísérelte olcsó nitrogéndús anyagokkal az *Agaricus bisporus* terméseredményeit javítani. Ehhez *Sesbania aegyptiacat*, baromfitrágyát, gyapotmagot, marhatrágyát használt fel. Figyelembe véve az anyag mennyiségét, a komposzt térfogatát, a komposzt előállításához szükséges időt és a termés paramétereit, a baromfitrágyát találta legmegfelelőbbnek.

Rinker (1991) különböző dúsítóanyagokkal kísérletezett hozamnövelés céljából. Többek között papírgyári és sörgyári hulladékot, SpawnMate, myNutri, Stavet (hidrogél) anyagokat is alkalmazott. A csírával egyszerre adagolt 2% Nutricote (16-10-10; type 40) 18%-kal emelte meg a hozamot. Míg a 7%-os lucerna-, 4%-os repce- és 7%-os szójaliszt adagolása 18, 19 és 29%-kal adott jobb hozamot, amikor ezeket az átszótt komposztba keverte.

Overstijns és Bocksaele (1989) felhívják a figyelmet, hogy a szójababliszt, mint dúsító számottevően megnövelheti a hozamot. A gyakorlatban azonban előfordul, hogy ezzel együtt a terméskiesés rizikója is fenyegethet, mert a komposzt túlmelegedhet, vagy a penészek elszaporodhatnak.

A terméshozam növelése érdekében gyakran használnak különböző szerves, nitrogénben gazdag anyagokat, amelyek felhasználásra készen kaphatóak a kereskedelemben. Legtöbbször denaturált szójalisztet, egyéb szerves és ásványi anyagokat tartalmaznak. A fehérjetartalmuk 48-60% között változhat. A formalinos kezelésnek köszönhetően a tápanyagok fokozatosan táródnak fel. Az anyag sterilizált, és nem okozhat a komposztban túlmelegedést. A gyártó szerint a legmagasabb minőségű komposzt sem tartalmazza megfelelő arányban és mennyiségben a tápanyagokat a gomba számára, ezért használatukkal jobb minőségű, hosszabb ideig zárt kalapú, sűrűbb szövetű, hófehér és tovább polcon tartható gombát kaphatunk. A hozam 10-30 %-kal megnőhet (ChampFood, 2010). Különböző márkanevek alatt forgalmazzák ezeket, mint például ProMycel, MilliChamp, Super Spawn, MCSustradd, ChampFood. Az állati eredetű dúsítóanyagok többnyire keratint tartalmaznak. Ezek némelyike 80% nyers fehérjéből áll.

Oei (2003) szerint a kereskedelmi dúsítóanyagok 0,8-2 kg/m² mennyiségben alkalmazhatók. Ezek 11-22%-kal több hozamot eredményezhetnek, amely az első és második terméshullámban jelentkezik. Nagy választékban fordulnak elő mind a II. fázisú, mind a III. fázisú komposzthoz készített dúsítóanyagok.

Az Egyesült Államokban kutatók kísérleteket végeztek, amelyekben II. fázisú, SoyPlus[®]-szal dúsított komposztot a második hullám után ismét SoyPlus[®]-szal dúsították. A kétszer két hullámban 111-126%-os biológiai hatékonyságot, azaz 33,3% hozamszintet állapítottak meg. Ezután újból dúsították a letermelt komposztot, ezúttal aminosavakkal. A harmadik és negyedik termesztési ciklusban leucin és izo-leucin adagolása esetén 101%-os biológiai hatékonyságot állapítottak meg. Ez 30,3 %-os terméshozamnak felel meg. Tehát a dúsítóknak köszönhetően összesen 63,6%-os hozamot értek el (Royse, 2008).

2.4.4. Egyéb szerves és szervesetlen komposzt alapanyagok

A szerves anyagok közül a 60-as években Magyarországon terjedőben volt a kukoricaszár használata. Beltartalmi értéke a búzaszalmánál előnyösebb, magas nyersfehérje-, cukor-, foszfor- és káliumtartalma miatt, de aprítani kell a komposztálás előtt és nehezebben veszi fel a vizet. A kukoricacsutka szintén terjedőben volt ebben az időszakban, lótrágyához keverték 5-20% súlyarányban és elfogadható eredményeket adott. A tőzeg lebomlottsága következtében tisztán nem alkalmas komposzt készítésére. Magyarországi tőzeges alapanyag kísérletek nem adtak megfelelő eredményeket (Uzonyiné, 1969).

Voltak próbálkozások városi hulladék hasznosítására is, de ezek nem váltak jelentőssé (Szabó, 1990). Rempe (1953) szerint komposztkészítéshez csak keményfa fűrészpor felel meg, gyantás fák fűrészpora nem alkalmas erre. Egyéb növényi hulladékok szolgálhatnak még szénforrásul: borsószalma, nádhulladék, rizshéj, malomipari lábliszt. Mivel összetételük változó a komposztkészítés terve esetenkénti kémiai analízis után állítható össze (Uzonyiné, 1969). Bohus et al. (1961) szerint a szénforrások felhasználhatóságának mértéke függ a táptalaj pH viszonyaitól és többek között a nitrogénforrásoktól.

A komposzthoz adagolnak még gipszet is kiegészítő anyagként. Ma már szerkezetjavító funkciója kevésbé jelentős, pH szabályozása viszont nagyon fontos. Ha a komposzt pH értéke 7 körüli vagy alacsonyabb, akkor adagolnak kalcium-karbonátot (Rácz és Koronczy, 2001).

2.5. Gombakomposztok

A gomba táptalajok fontos tulajdonsága a szelektivitás. Lényege, hogy a táptalaj minél jobban megfeleljen a termesztési kívánt gombafaj igényeinek és a legkevésbé kedvezzen a konkurens fajoknak, a penészgombáknak. A szelektivitás függ a szubsztrátumban rendelkezésre álló tápanyagoktól, a konzisztenciától, a nedvességtartalomtól, a kémhatásától és a mikrobiális tevékenységtől. A szelektív táptalaj előállításakor az alapanyagok összekeverése, fermentálása és hőkezelése a főbb szempontok.

A csiperkegomba-termesztésre alkalmas alapanyagokból előállított komposzt lehet istállótrágya és ún. szintetikus komposzt. Az idők folyamán a két csoport között számos átmeneti kategória és variáció is létrejött. A csiperketermesztés számára megfelelő komposztok kémiai jellemzői nagyon hasonlóak, bár néhány különbséget találhatunk. A hőkezelés utáni, II fázisú komposzt paraméterei szakirodalmi adatok szerint a következők:

- A víztartalom 70% körüli (Szabó, 1990), 65-70% (Balázs, 1982), 65-68% (Szili, 2008), szintetikus komposzt esetén 69% (van Griensven, 1988),
- A nitrogéntartalom a szárazanyagban 2-2,3% (Szili, 2008), 1,7-2,0 % (Balázs, 1982), szintetikus komposzt esetén 2% (van Griensven, 1988), 2,16% (Szabó, 1990),
- C:N= 15-17:1 (Szili, 2008), szűkebb C:N arány esetén nagyobb hozamot kaptak, 17,9 helyett a 14,6 jobbnak bizonyult (Gerrits et al., 1965), 15-15,1 (Koronczyné, 1987).
- pH 7-7,5 (Szili, 2008), 7 pH (Balázs, 1982), 6,9-7 pH (Szabó, 1990),
- Ammónia 5 ppm alatt Dräger-csővel (Szili, 2008), 0,02% (Szabó, 1990; Balázs, 1982), a levegőben Dräger-csővel 5-10 ppm vagy 0,1% és alatta a száraz anyagban (van Griensven, 1988).

A komposzt nedvességtartalmának meghatározását átlagmintából végzik, amelyet hőálló edényben 105 °C-on 2,5-3 órán át hevítenek (Sztrakay, 1979), majd az eredeti és szárítás utáni súlykülönbségét egymáshoz viszonyítják. A viszonszám adja a nedvességtartalom százalékát. Például: ha 100 g komposzt szárítása után 35 g száraz anyag marad, akkor $100-35=65$ g, azaz 65% a komposzt nedvességtartalma.

A komposzt nitrogéntartalmának mérését Kjeldahl-módszerrel végzik (Balázs, 1982).

A C:N arányt a széntartalom meghatározásával kezdik, amely indirekt módon történik. A széntartalom meghatározásához először a szervesanyag hányadot kell megállapítani. A lemért átlagmintát 105 °C-on szárítják, alkoholos égetéssel elszenesítik, majd 3-4 órán keresztül 700 °C-on vörös izzásig izzítják, míg a minta kifehéredik. Lehűlés után megméri a hamut. Így a szervesanyag hányad egyenlő a lemért szárazanyag hányad és hamuhányad különbségével. Például: ha 100 g

komposzt szárításával, amelynek 70%-a víz volt, 30 g száraz komposzt marad, ezt elszenesítve 35 g hamu marad, akkor a 30 g szárazanyag 65%-a szerves anyag volt.

A szervesanyag hányad hőkezelés utáni komposzt esetén 0,58 szorzószámmal megszorozva megkapjuk a komposzt szénttartalmát (Balázs, 1982). Például: ha $65\% \times 0,58 = 37,7\%$, akkor a $C:N = 37,7:2 = 18,85$.

2.5.1. Istállótrágya komposzt

A lótrágyakomposzt a csiperkegomba klasszikus táptalaja. Az 1700-as években Tournefort francia kertész tollából megjelenik az első termesztéstechnológiai leírás a csiperketermesztésről és a táptalajként használt lótrágyáról (Rácz és Koronczy, 2001). Szabó (1990) szerint nem alakult ki jobb terméseredményt adó táptalaja a csiperkegombának, mint a lótrágya alapú komposzt, habár ennek oka még nincs tisztázva.

A lótrágyára, mint komposzt összetevőre, úgy gondolunk, mint alomszalmára, az ürülék és a vizelet különböző arányú keverékére. Lényeges a szalma és az ürülék aránya a trágyában. Optimális a szalma és ürülék térfogatszázalék aránya, ha 70:30 körül van (Balázs 1982).

Szabó (1990) szerint a lótrágya minősége egyre gyengébb, mert vagy az alom vagy az ürülék hányad nem megfelelő. A szakma ezeket könnyű (alacsony trágya hányadú) és nehéz (magas trágya hányadú) trágyaként különbözteti meg. Előbbi szalmával, utóbbit baromfitrágyával egészítik ki. Ezt nevezik javított komposztnak.

A második legnagyobb mennyiségben felhasznált trágyaféleség a baromfitrágya. A nagyüzemben keletkezett trágyát célszerű felhasználni, mert csak ennek az összetétele elég homogén. Ennek nitrogéntartalma 3,5-4% között van (van Griensven, 1988). A baromfitrágyát kétféleképpen lehet felhasználni: az előbb említett klasszikus recept javítására és a szintetikus komposztok előállítására.

2.5.2. Szintetikus komposztok

A XX. század második felében nagyon sok szintetikus komposzt receptet tettek közzé. A gyakorlatban minden istállótrágya nélkül készített komposztot szintetikus komposztnak neveznek (Szabó, 1990). A szintetikus komposztok alapanyagait a lótrágya analízise alapján válogatják össze. A nyomelemekkel kapcsolatos mennyiségi kérdéseket termőtest analízis alapján próbálták megválaszolni, feltételezván, hogy a gombában előforduló elemeket a gomba a komposztból vette fel. Számos recept készült el ezek alapján. (Uzonyiné, 1969). A komposzt alapját a szalma képezi, amelynek itt is kifogástalan minőségűnek kell lennie. Ezek szolgáltatják a szintetikus komposzt vázát és egyben a cellulóz, hemicellulóz és a lignin forrásai. A szintetikus komposzt készítésekor a klasszikus komposztnál nitrogént szolgáltató lótrágyát más formában kell adagolni. Ez lehetnek

műtrágyák (karbamid, N-műtrágyák) és szerves anyagok (sörtörköly, malátacsíra, halliszt, vérliszt, gyapotmagliszt, szójaliszt stb.). Ásványi anyagokból a kálium, a foszfor és kalcium adagolását javasolják.

Az első szintetikus komposztot Yoder és Sinden (1953) állította elő az 50-es évek elején. Darált kukoricacsutka és lucernaszéna 75-25% arányú keverékét előnedvesítették és kazalba rakták tömörítés után. Kiegészítették még kálium-kloriddal (vagy ammóniumnitráttal), karbamiddal, gipsszel, baromfitrágyával (vagy sörtörkölyel). A komposztálás 10-12 napig tartott, amit hőkezeléssel egészítettek ki.

Az első szintetikus komposztok közül az angol ún. M.R.A. recept volt elismert. Edwards (1950) szerint a következő alapanyagokat kell hozzákeverni 1 tonna búzaszalmához:

A. aktivátor: szárított vér, szuperfoszfát, gipsz, kalciumfoszfát, káliumszulfát;

B. aktivátor: mangánszulfát, alumíniumszulfát, cinkszulfát, ammóniummolibdát, káliumbromid, ferroszulfát, rézsulfát, bórsav, krómszulfát, káliumjodid;

C. aktivátor: szuperfoszfát, gipsz.

A szalmát egy-két héten át előnedvesítik, majd szétterített szalmára először az A. aktivátort, majd a B. aktivátor melegvizet oldatát szétegyengetik és így ismételve felépítik a kazlat. A komposztálás 5 hétig tart, hetenkénti forgatással. A 4. forgatás alkalmával hozzáadják a C. aktivátort. A keverék az előírás szerinti előállítás mellett kiváló termőképeségű komposztot adott.

Az előzőhöz hasonló a holland Kísérleti Állomás által kidolgozott recept. Vedder (1968) szerint 1 tonna rozsszalmához 3500 liter vizet, karbamidot, malátacsírád adnak, a 12. napon szétlazítják, ismét malátacsírád, karbamidot és vizet adagolnak hozzá. A 18. napon szétbontják a kazlat, szétrázzák, gipszet, kalciumkloridot, szuperfoszfátot és vizet adagolnak hozzá, majd ismét felépítik a kazlat. A 22. és 25. napon forgatás következik, víz hozzáadásával. A 28. napon szétlazítják és következik a töltés. Hőkezelést is alkalmaztak.

Hollandiában a 1970-es évektől a szalma és a baromfitrágya lett a fő alapanyag, lótrágyával keverve. Az összeállítás fő szempontja a megfelelő nitrogéntartalom elérése, ami a szárazanyag tartalom 1,5-1,8%-a. Ennek megfelelően 1 tonna szalmához 300-800 kg baromfitrágyát kevernek (Szili, 2008). Rácz és Koronczy (2001) szerint 1 tonna szalmához 800-900 kg baromfitrágyát adnak a komposztkészítők, de minden alapanyag szállítmány összetételét összeállítás előtt megvizsgálják. A szintetikus komposztokat nagyüzemi szinten minden esetben hőkezelik.

Magyarországon nem jellemző a tisztán szintetikus komposzt előállítása, inkább a lótrágya-baromfitrágya-szalma keverékből előállított táptalaj terjedt el.

2.6. A gombakomposztok készítése

A gombakomposztok készítésében négy fázist különböztetünk meg.

Az I. fázis az alapanyagok fizikai összekeverését jelenti a hőkezelés megkezdéséig. Ez történhet hagyományosan a szabadban és fedett hangároknál, más néven outdoor módon. Noble et al. (2000) összehasonlítottak egy hagyományos és egy fokozottan levegőztetett komposzt I. fázisának folyamatát. Azt tapasztalták, hogy a fokozottan levegőztetett komposztálás 80%-kal kevesebb kellemetlen szagot bocsátott ki. De statisztikai módszerekkel vizsgálva nem volt szignifikáns a szag kibocsátás csökkenése. Ebben a fázisban keletkeznek a kellemetlen szagok, amelyet amerikai kutatók gázkromatográfiás és érzékszervi módszerekkel vizsgáltak meg (Duns et al., 2004). Szerintük a szagok elsősorban redukált kénvegyületekből, ammóniából, illó zsírsavakból és aminosavakból álltak. A legnagyobb szag kibocsátás az I. fázis végén a forgatások elvégzése és az újrahasznosított vízzel történő nedvesítés alatt volt.

A környezetvédelmi okok miatt kidolgozott teljesen zárt rendszer (indoor) és a hagyományos (outdoor) módszer ötvözéséből létrejött a félig zárt (semi-indoor) módszer. Magyarországon terjedőben van a semi-indoor módszer, amit a magyar szaknyelv „bunker” technológiának nevez. Nagy előnye ennek a módszernek, hogy a speciális padozat lehetővé teszi a levegő bejuttatását a komposztba, ami kiküszöböli az anaerob folyamatok felé történő eltolódást a komposztban (Györfi, 2003). Az első fázis változó ideig, a bunkerkomposztálás Rácz és Koronczy (2001) szerint 6-7 napig tarthat.

A II. fázis a hőkezelés. Ennek bevezetése mérföldkőnek számított a természetlagok megemelésében. Ma a korszerű technológiában tömeghőkezelésről beszélünk. Az anyagot ömlesztve nagy tömegben, speciálisan erre a célra épített kamrákban hőkezelik, amelynek eredményeként a komposzt homogénebb. A fő szakaszai a következők:

- hőmérséklet kiegyenlítés (ventilátoros belső légkeverés),
- felfűtés (6-12 óra alatt 57-58 °C-ra, állandó belső légkeverés mellett),
- csúcshőntartás (6-12 óra maximum 60 °C-on),
- kondicionálás (a komposzt hűtése 58 °C-ról 50 °C-ra, majd 45 °C-ra, addig tartani, míg az ammóniatartalom nem csökken 0,05% alá),
- lehűtés (30 °C-ra, amelyen csírázni lehet).

A hőkezelés általában 5-7 napig tart (Rácz és Koronczy, 2001).

Az ezredfordulón megjelent a Szuper Fázis II. kifejezés a szakirodalomban. Egy magyarországi komposztgyártó üzem vezette be az új komposzt típust, amely lényege, hogy fokozott mikrobiológiai bomlást értek el egy speciális fermentációs kamra alkalmazásával. Az új módszer - értékelésük szerint - új lendületet ad a gombatermesztésnek, mert 35-45 kg-os hozamok lehetőségét tartalmazza, olcsóbb és bőtermőbb a III. fázisú komposztnál. Használata megegyezik a

hagyományos II. fázisú komposzttal és megfelelő terméslefutást eredményez. Kísérletükben 12 hét szedési idő alatt 45,7 kg-os hozamszintet értek el (Gruiz, 2001).

A III. fázis a hőkezelés utáni becsírázott és tömegben átszövetett komposztot jelenti. Az átszövetés 14-16 napot vesz igénybe.

IV. fázisú komposztról beszélünk, ha az átszövetett komposztot takarófölddel betakarva, tűfejes állapotban viszi el a termesztő. Az átszövődéskor betakart komposztról 20-22 nap múlva az első hullám szedhető.

Magyarországon 2009-ben 100 ezer tonna gombakomposztot állított elő három üzem, amelynek több mint 50%-át a szomszédos országokba exportálták. Jellemző a zárt (indoor) technológia, a II. és III. fázisú komposzt (Gruiz, 2010).

2.7. Egyéb táptalajok

Till (1961) nevéhez fűződik az ún. steril termesztési eljárás kidolgozása a csiperketermesztés vonatkozásában. Célja az volt, hogy kiküszöbölje az alapanyag és komposztálási hibákat. Állandó összetételű szintetikus táptalajt készítettek, amelyet a komposztálási fázist kihagyva sterilizáltak, steril körülmények között beoltottak, majd átszövettek. A steril fázisnak takaráskor lett vége, ekkor további fehérjében gazdag anyaggal dúsították az alapanyagot. A továbbiakban normál termesztési körülményeket biztosítottak. Ezt a módszert a gyakorlatban, üzemi szinten is alkalmazhatóként értékelték. A terméseredmény meghaladta az akkor lótrágyán elérhető szintet. Az eljárással bebizonyosodott, hogy a csiperke micéliuma képes átszőni a komposztálatlan alapanyagot és termőtestet hozni. Az alapanyag szecskázott búzaszalmából, búzaszalmalisztból, légszáraz tőzegkorpából, szénsavas mészből, gyapotmaglisztből, szójabablisztből, lucernalisztből és vízből állt. A pH-értéket 6,8, a nitrogéntartalmat 2,5%-ra állították be. A recept alapján előnedvesítés nélkül a táptalaj nedvességtartalma 70%-ra állt be. Elterjedését a nagy beruházásigénye akadályozhatta meg.

A Hunke-eljárás (Hunke és Sengbusch, 1968; Hunke, 1971) a steril fázis lerövidítésével kívánta alkalmazhatóvá tenni a komposztálás nélküli alapanyagot. A sterilizálást követően irányított fermentációval kívánták megakadályozni a konkurens mikroorganizmusok elszaporodását. Egy speciális összetételű baktériumkeverékkel oltották be a táptalajt. A csírázás és átszövetés már normál körülmények között folyt és a terméseredmények tovább javultak, 100 kg alapanyagról 35 kg gombát szedhettek le.

A Hunke-eljáráshoz hasonló a Laborde et al. (1972), (Laborde, 1980) által kidolgozott ún. gyorskomposztálás, francia nevének rövidítése: P. E. S. Ők alapanyagként istállótrágyát használtak, és kihagyták a komposztálást. A folyamatot a trágya aprításával és nedvesítésével kezdték, majd a nitrogéntartalmát 1,8%-ra emelték. Még ugyanazon a napon háromszor átforgatták, ládába töltötték

és pasztörizálták. A trágyát 6-8 órán belül gőzzel 70 °C-ra melegítették, a gőzt elzárták, 10-12 óra múlva az anyag a légcseré segítségével 50 °C-ra hűlt vissza, és 3-5 napon keresztül 48-50°C között tartották. A folyamat 7 napig tartott. Leírásaik alapján jó terméseredményeket értek el, de eljárásuk nem terjedt el. Van Griensven (1988) szerint Laborde maga jutott arra a következtetésre, hogy a komposztálás folyamata nem hagyható ki, vagy legalábbis nem teljesen.

Az Egyesült Királyságban Smith végzett kísérleteket Huhnke módszere nyomán. Csak szintetikus keveréket (szalma, szerves és szervetlen anyagok) alkalmazott, és azt az eredményt kapta, hogy a hagyományos komposzthoz viszonyítva 25%-kal alacsonyabb a hozam (van Griensven, 1988).

Az *Agaricales* rendbe tartozó hortobágyi csiperkének (*Agaricus macrosporoides*) Bohus Gábor dolgozta ki a termesztéstechnológiáját, amelynek érdekessége, hogy táptalajként nem komposztot, hanem bizonyos előkészítés után valamelyik gabona szalmáját használta fel. Az eljárás nem terjedt el, mert a hozamok ingadozóak voltak és nem érték el az intenzív termesztésben megszokott *Agaricus bisporus* terméshozamát (Szabó, 1990).

Az Egyesült Államokban sikeresen kísérleteztek *Agaricus bisporus* termesztésével pasztörizált komposztálatlan anyagokon (fűrészpor, rozs, köles, tőzeg, lucerna, szója, búzakorpa, CaCO₃ keveréke), letermett gombakomposzton és ezek keverékén. A kereskedelembe kapható mikroelem műtrágyával és a gombatermesztésben használatos késleltetett hatású adalékkal dúsították az alapanyagokat. Terméseredményeik megközelítették a 30 kg/m² hozamszintet. A kutatók szerint a gazdaságossági számítások még az elvégzendő feladatok között vannak, de elképzelésük lényegének a környezetre gyakorolt pozitív hatása már most nyilvánvaló (Mamiro, 2007).

A *Pleurotus* fajok termesztésénél Magyarországon az ún. mikrobiológiai hőkezelést alkalmazták a 1970-es évektől, majd az 1980-as évektől 2004-ig az ún. xerotherm (száraz) hőkezelési eljárással előállított táptalaj terjedt el. 2004-től ismét a mikrobiológiai hőkezeléssel előállított táptalaj került előtérbe. A xerotherm hőkezelési eljárással előállított táptalajt Kecskeméten a Zöldségtermesztési Kutató Intézetben fejlesztették ki (Kovácsné, 2009). A száraz szalmát speciálisan erre a célra kifejlesztett hőkezelő kamrákban gőzzel kezelték. A kamrák általában alumíniumból, 10-20 m³-es méretben készültek. A dupla fal közé szigetelő anyag került. Az eljárás alkalmazásához megfelelően méretezett gőzkazánra és egy tonna szalma gőzöléséhez 20-30 liter vízre volt szükség. A kamrákba alul vezették be a gőzt, majd az a perforált lemezen keresztül - amire a szalma kerül - felfelé áramolva átjárta a betöltött szalmát. A szalmát 3-5 centiméteres darabokra aprították kalapácsos vagy más darálóval zárt térben. A szalma zárt csőrendszeren jutott el a kamrákba, amelyek hőkezelés utáni kiürítése is zárt térben történt az újrafertőzés elkerülése érdekében. A hőkezelőbe a szalma légszáraz állapotban, azaz 14%

nedvességtartalommal került. A töltés magassága 150-200 cm és ügyelve arra, hogy a töltés egyenletes legyen, mert a gőz csak akkor tudja egyenletesen átjárni. Ekkor indulhatott a gőz bevezetése. A táptalaj hőmérséklete 20-30 perc múlva elérte a 100 °C-ot, akkor a gőz adagolása megszűnt. Amikor a táptalaj hőmérséklete 98 °C alá süllyedt, ismét elindult a gőzadagolás. Ez idő alatt csak belső légkeverés történt. A hőkezelés 60 percig tartott és az 1 órás időtartam szigorú betartása ajánlott. Visszahűlési időt nem kell várni, mert a laskacsírázó gépsor első szakaszában történik a nedvesítés, ahol a szalma lehűl. A nedvességtartalmat 65-70%-ra állítják be.

A száraz szalma 100 °C-on történő hőkezelését követően mikrobiológiai ellenőrző vizsgálatokat végeztek és a szalma csaknem steril volt, 5-10 darab penészspóra maradt, míg a hőkezelés előtt több millió ($3,84 \times 10^6$) penészgomba spórát tartalmazott 1 gramm száraz szalma (Balázs et al., 1995).

A mikrobiológiai hőkezelési eljárás két részből tevődik össze. Ennél az eljárásnál a táptalaj alapanyagot először nedvesíteni szükséges, erre a folyamat során máshol már nincs mód. Ez történhet szakaszosan erőgépek segítségével betonfelületen. 100 kg alapanyag 180 liter vizet vesz fel. A vizet folyamatosan, de apránként kell hozzáadni, hogy ne legyen elfolyás. Közben többször át kell forgatni. A nedvesítés 3-5 napig tart. A hőkezelés két változata ismert: a ladás és tömeghőkezelés. Ez utóbbi a jobb és korszerűbb módszer. A hőkezelést a csiperketermesztésnél használt berendezésekhez nagyon hasonlóban végzik. Az eljáráson belül további módszereket fejlesztettek ki, például a Borota Mgtsz-ben, a Duna Kertészeti Mgtsz-ben és a Zöldségtermesztési Kutató Intézetben. Lényegében a csúcshő és csúcshőntartás időtartama változott. A Zöldségtermesztési Kutató Intézetben például ezt a módszert alkalmazták: hőkezelés időtartama 48 óra, ebből felfűtés 60 °C-ra 12 óra, csúcshőntartás 60 °C-on 4 óra, kondicionálás 50-55 °C-on 20 óra, lehűtés 30 °C-ra 12 óra. A hőkezelés az alagutakban gőzzel történt, de itt a mikrobiális tevékenység és az egyenletes hő elérése érdekében levegőt is kellett biztosítani. Az eljárással 7-9 nap alatt előállítható a becsírázásra kész alapanyag (Szabó, 1990).

Egy még újabb eljárás szerint, amelyet ma a legnagyobb laska alapanyaggyártó üzem alkalmaz (Nagy, 2003), a szalmát előfermentálják 7-8 napig kazlakban, majd naponta átforgatják. A harmadik napon éri el a maximum 65-70 °C hőfokot. Az anyag egyenletes fermentálódása nem történik meg, ezért egy pasztörizálási és kondicionálási folyamatot is beiktatnak. A berendezések nagyon hasonlítanak a csiperketermesztésben használtakhoz. A tömeghőkezelőben az anyag 24 óra alatt éri el a 65 °C-ot, amelyet 12 órán át tartanak. A csúcshőmérséklet elérése után visszahűtik az anyagot 48 °C-ra és ezen kondicionálják 2 napig. Ezután tovább hűtik 26 °C-ra, és a negyedik napon kitárolják. Ebben az esetben a csírázásra kész táptalaj előállítása 10-11 napot vesz igénybe (Somosné et al., 2007; Vajna et al., 2010).

Balázs és Kovácsné (1989) csiperketermesztési kísérleteket végeztek 100 °C-on 60 percig gőzzel hőkezelt szalmán. Eredményeik szerint a fehér és barna kalapú fajták a komposzt átszövődéséhez viszonyítva is jó időben átszótták a táptalajt, a 35. napon megjelentek az első termőtestek. A terméseredményük azonban elmaradt a komposzton elérhetőnél. A fehér kalapú fajták 9 és 12 kg, a barna kalapú fajta 16 és 20 kg gombát termett 100 alapanyagon. A táptalajuk nedvességtartalma 65-71%, a pH-értéke 7 és nitrogéntartalma 0,3-0,5% között volt.

Kísérleteiket a tapasztaltakra alapozva megismételték (Balázs és Kovácsné, 1993). Ezúttal a szárazon hőkezelt szalmát a csiperketermesztésben használatos Calprozyme-mel dúsították, ami megnövelte a táptalaj nitrogéntartalmát. Ez a terméktájékoztató szerint olyan enzimeket is tartalmaz, amelyek segítenek a micéliumnak feltárni a tápanyagokat, és így hozzájárul az erőteljesebb szövődéshez. A vizsgált fajták 9,2 és 14,2 kg közötti hozamot adtak 100 kg alapanyagra számolva.

2.8.Gazdaságosságot érintő kérdések

Dolgozatom célkitűzései között nem szerepelt a kipróbált módszerek gazdaságosságának megállapítása, mivel véleményem szerint ehhez további üzemi szintű kísérletek szükségesek. Ezért csak elvi költségkalkulációt érdemes készíteni. A szalma táptalaj alkalmazása esetén az alapanyag becsírázásának mozzanatától a termesztéstechnológia megegyezik a trágyakomposztos technológiával. Egyedüli különbség az alapanyag előállítási módjában és árában lehet.

A kísérletekben alapanyagaként felhasznált szalma táptalajok előállítási módjának megváltoztatása nem csak a közvetlen költségek változását jelentheti, hanem pozitív, anyagiakban részben kifejezhető hatással lehet az alapanyaggyártó üzemek környezetére is.

3. Anyag és módszer

3.1. A kísérletek körülményei

A kísérletsorozatot a ZKI Zöldségtermesztési Kutató Intézet Zrt. kecskeméti telephelyén a gombalaboratóriumban, klimatizált gombatermesztőházban és pincében végeztem.

A kísérleteket léptéknövelő módszerrel állítottam be 500, 2000 és 5000 grammos kiszerezésben, véletlen elrendezésben, két ismétlésben.

Az előkísérletekben (500 g) beállított kezeléseket laboratóriumban szövettem át és pincében termesztettem le.

A 2000 és 5000 grammos kiszerezésben beállított kezeléseket klimatizált termesztőházban helyeztem el átszövetésre és pincében letermesztésre (3. ábra).



3. ábra: *Agaricus bisporus* 2000 grammos táptalajon, pincében elhelyezve

3.2. Táptalajok

3.2.1. Xerotherm hőkezelési módszerrel előállított táptalaj

Az előkísérletekben egyéves, kisméretű bálázott búzaszalmát használtam fel, amely ép és egészséges, fertőzéstől mentes volt. A szalma légszáraz állapotú volt, azaz 12-14% körüli volt a nedvességtartalma. A szálló por miatt a telep gombalaboratóriumtól távolabb eső részén a 3-5 centiméteresre szecskázott búzaszalmát szárazon papírsákba szedtem. Ezután a laboratóriumban az

álló típusú, 60 liter űrtartalmú, kézi szabályozású autoklávban 100 °C hőmérsékleten 60 percen keresztül gőzzel hőkezelt (xerotherm hőkezelési eljárás). Az autoklávban a víz hőmérséklete 20-30 perc alatt érte el a 100 °C értéket. A hőkezelés ideje alatt külső levegőt nem juttattam be. Miután az autokláv visszahűlt, a szalmát kiszedtem és egy kádba tettem. Tiszta csapvizet öntöttem rá. Egy napig állni hagytam, majd másnap a felesleges vizet centrifugálással távolítottam el. A centrifuga ipari méretű, kézi működtetésű volt. A centrifugázással 70% körüli nedvességtartalmú szalmát állítottam elő. Ezután az alapanyag készen állt a további felhasználásra.

A nagyobb léptékű kísérletekben a szalmát xerotherm módszerrel hőkezelő berendezésben állítottuk elő Borotán, a szabadalmaztatott eljárás szerint. A búzaszalma ép és egészséges, fertőzésmentes volt. Amikor a 3-5 centiméteresre aprított, 12-14% nedvességtartalmú egyéves szalma a hőkezelőbe betöltésre került, elindulhatott a gőz bevezetése. Amikor a táptalaj hőmérséklete elérte a 100 °C-ot, a gőz adagolása megszakadt, és amikor 98 °C alá csökkent, ismét elindult. A hőkezelés időtartama alatt csak belső légkeverés volt. A hőkezelés 60 percig tartott. Ezután a hőkezelőt kinyitottuk, ahonnan a szalmát a csírázó gépsorra lapátoltuk, és a beépített szórófejek hideg vízzel visszahűtötték és egyben benedvesítették. A gépsorról tiszta, perforált fóliazsákba engedték a szalmát. A további műveleteket (kimérés, csírázás, dúsítás) a hőkezelés napján a gombalaboratóriumban végeztem el.

3.2.2. Mikrobiológiai hőkezelési módszerrel előállított táptalaj

Ennek előállítása speciális berendezéseket igényel és „házi” módszerekkel nem tudtam volna biztosítani a jó minőségű szubsztrátumot. A nedvesen, az ún. mikrobiológiai eljárással készített alapanyagot Kecskeméten, egy laskagomba alapanyaggyártó üzemben, a Pilze-Nagy Kft.-nél állították elő, ahonnan a kísérlet beállításának napján a szükséges mennyiséget beszereztem. Ez szintén egyéves búzaszalmából készült, amelyet 6 napig a szabadban, beton felületen előkezelték, azaz tiszta vízzel beáztattak és naponta átforgattak. Ezután a 70-76% közötti nedvességtartalmú szalmát hőkezelőbe betermelték, és gőz adagolása mellett 65 °C-ra engedték melegedni az alapanyagot. Ezen a hőmérsékleten tartották 18 órán át, friss levegő adagolása mellett. A pasztörözés után gyors visszahűtéssel elérték a 48-50 °C-t, a kondicionálási hőmérsékletet, és ezen tartották 40-48 órán át, ami után lehűtötték a becsírázási hőmérsékletre. A hőkezelőből való kiszedés után készen állt az alapanyag a további felhasználásra (mérésre, csírázásra, dúsításra), amit még aznap elvégeztem.

3.3. Dúsítóanyagok

A dúsítóanyagok hozzáadása a nitrogéntartalom növelését szolgálta. Az előkísérletekben ötféle mezőgazdasági terméket, illetve mellékterméket használtam föl. Ezek a szecskázott magborsó

szalmája, szójaszár szalma, takarmányozásban használt búzakorpa, lucernaliszt és a kereskedelemben kapható ProMycel (szójaszármazék) voltak (4. ábra). A dúsítók mind légszáraz állapotúak, kb. 10-14% nedvességtartalmúak voltak, és minden kísérletnél xerotherm hőkezelési eljárási módnak vettem alá őket úgy, hogy hőálló fóliazacskóba tettem 1-1 kilogrammot belőlük, műanyag karikával, papírvatta dugóval és zsírpapírral zártam őket. Autoklávban gőzzel 100 °C hőmérsékleten 60 percig hőkezeltam a dúsítókat. A hőkezelést mindig a kísérlet beállításának napján végeztem. Az autokláv visszahűlése után kiszedtem és felhasználtam a dúsítókat.



4. ábra: Az előkísérletekben felhasznált dúsítóanyagok (felsősor balról jobbra: borsószalma, szójaszalma, alsó sor balról jobbra: lucernaliszt, búzakorpa, ProMycel)

A kémhatás, nedvesség- és nitrogéntartalom laboratóriumi meghatározása céljából mintát vettem a nitrogéntartalmú anyagokkal különböző koncentrációban dúsított táptalajokból. A nitrogéntartalmat Kjeldahl-módszer szerint határozták meg.

Ezen felül az 5000 grammos kísérletekhez használt dúsítók (búzakorpa, lucernaliszt, ProMycel) nitrogéntartalmát Kjeldahl-módszer szerint, makro- és mikroelem tartalmát is megvizsgáltattam salétromsav/hidrogén-peroxid oldószeres módszerrel.

Az előkísérletek eredményei alapján az ötből kiválasztottam a három legjobb eredményt adó dúsítóanyagot, és a nagyobb léptékű kísérletekben ezekkel végeztem a további vizsgálatokat.

3.4. Oltóanyag előállítása

Oltóanyagként búzaszemen felszaporított szemcsírárt alkalmaztam, amelyet *Agaricus bitorquis* faj Kbt és az *Agaricus bisporus* faj T3⁴⁵ nevű törzséből tisztatenyészetről laboratóriumban

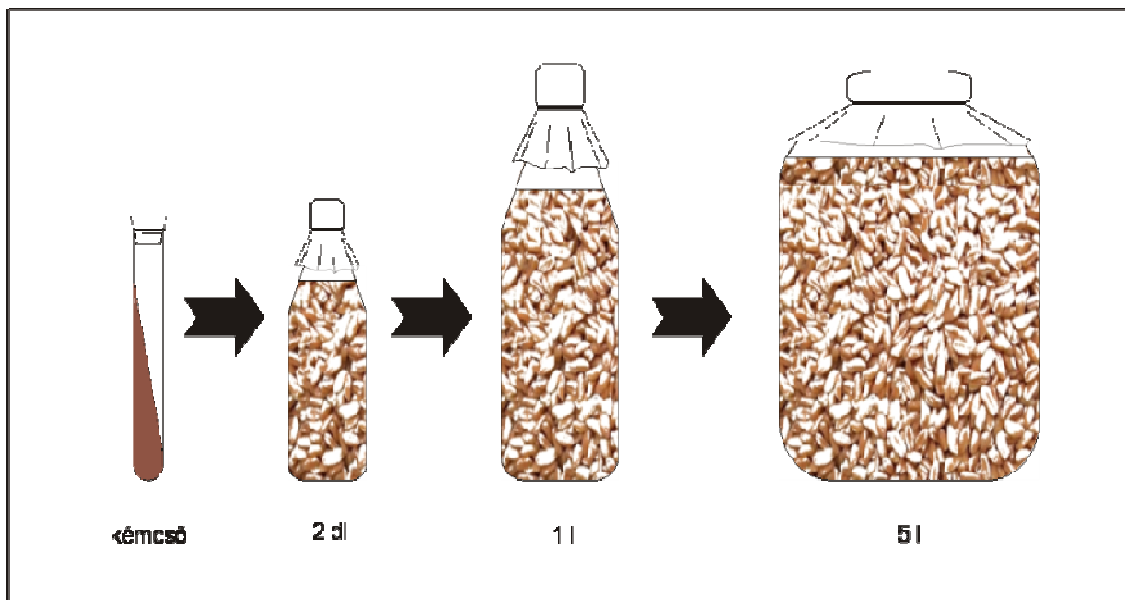
állítottam elő (Horváth, 1980). Az *Agaricus bitorquis* faj Kbt jelű fajtája a Zöldségtermesztési Kutató Intézetben került begyűjtésre, amely később államilag elismert fajta lett. A tisztatenyészeteket kémcsőben ferde komposzt-agar táptalajon hűtőszekrényben 2-5 °C-on tartottam fenn. A szemcsírárt léptéknövelő módszerrel szaporítottam fel 2 deciliteres mennyiségtől az 5 literig.

A szemcsíra előállításához ép szemű, tiszta takarmánybúzát használtam. A szemeket tiszta vízben a forrástól számított 20 percig főztem. Ekkor a szemek szétmorzsolásával ellenőriztem, hogy a szemek belseje is megfőtt-e. Ezután a szemeket leszűrtem, tálcára öntöttem és hűlni hagytam. Amikor lehűlt, hozzáadtam a mészporthoz, 5 kg főtt szemhez 0,7 kg mész arányban, a szemek összetapadásának elkerülése érdekében. Tiszta 2 deciliteres üvegeket készítettem elő, és ebbe töltöttem a szemekből mindössze 1,5 decilitert, hogy a szövődés folyamán felrázhassam a szemeket. Papírvatta dugóval, zsírpapírral és gumigyűrűvel lezártam, majd autoklávban 121 °C hőmérsékleten 1 bar nyomáson 120 percen át sterilizáltam. A visszahűlés után lamináris bokszt alatti tisztatenyészetből kivágott 1x2 centiméter micéliumdarabkát a 2 deciliteres üvegben óvatosan a szemek közé tettem és enyhén tömörítettem. Egy kémcsőnyi tisztatenyészet három darab 2 deciliteres üvegnyi szemcsíra beoltásához elég. Az üveget visszazártam, felcímkéztem, és 24-25 °C hőmérsékletű, 80-90% relatív páratartalmú termosztátba helyeztem el átszövetésre. Amikor az oltó agar körül diónyi átszövődött rész volt, a gyorsabb átszövődés érdekében szétráztam a már átszövődött szemeket a többi között és visszatettem a termosztátba. A látható felület minden része átszövődött a 12. napon. Semmilyen elváltozást, fertőzést nem tapasztaltam a 2 deciliteres üvegekben, így a csíra készen állt a további szaporításra.

Ekkor a fent leírt módon, csak közel tízszeres mennyiségben megismételtem a búzaszemek előkészítését. Egy darab 2 deciliteres üveg tartalmát 4 darab 1 literes üvegnyi szem beoltásához használtam fel. A csíra elkészítését és az átszövetést a fent leírt módon folytattam.

A további felszaporításhoz a fent ismertetett módon ismét előkészítettem a búzát, most is tízszeres mennyiségben, és tiszta 5 literes üvegbe 4 liter szemet töltöttem. Fémlapkával, papírvattával, zsírpapírral és gumigyűrűvel zártam az üveget. Autoklávban 1 bar nyomáson, 121 °C hőmérsékleten 2,5 órán át sterilizáltam. Visszahűlés után kinyitottam az autoklávból és lamináris bokszt alatti, miután lelángoltam az 1 literes üveg száját, beoltottam vele az 5 literes üvegbe tett szemeket. Az átszövetést a fent leírt módon végeztem el.

Az oltóanyagok előállítása alatt a látható szemek felülete átszövődött a 10-12. napon, és alkalmas volt a további felhasználásra. A csíragyártás folyamatának vázlatos rajza az 5. ábrán látható.



5.ábra: Oltóanyag előállításának folyamata a gombalaboratóriumban

3.5. Az elő-, 2000 és 5000 grammos kísérletek beállításának módszere a xerotherm és mikrobiológiai módszerrel elkészített szubsztrátumon

A kísérleteket mind a xerotherm, mind a mikrobiológiai módszerrel hőkezelt szalmából azonos módon állítottam be. A felhasználásra kész szubsztrátumokból tiszta, laboratóriumi körülmények között kimértem 500, 2000, illetve 5000 grammot egy tálba, amelyben összekevertem a szárazon hőkezelt 1, 2, és 3 tömegszázalékban kimért dúsítóanyagokkal és az 5 tömegszázalékban kimért szemcsírával.

Az előkísérletnél a szubsztrátumot 15 x 30 centiméter méretű fóliazacskókba szedtem, amelynek a felső negyedére egy sorban 0,5 centiméter átmérőjű perforációkat készítettem a szükséges mennyiségű levegő biztosítása és a befülledés elkerülése végett. A 2000 grammos keveréket 25x50 centiméter méretű fóliazacskókba szedtem, amelynek a felső negyedére egy sorban 0,5 centiméter átmérőjű perforációkat készítettem. Az 5000 grammos keveréket 35x50 centiméter méretű fóliazacskókba szedtem, amelynek a felső negyedén három sorban voltak elhelyezve a perforációk.

Az előkísérletnél a gombalaboratóriumban 24-25 °C léghőmérsékletet, 80-90% relatív páratartalmat állítottam be. A 2000 és 5000 grammos kiserelésű szubsztrátumot klimatizált termesztőházban szövettem át 22-24 °C-on és 80-90% relatív páratartalom mellett (6. ábra).



6. ábra: A 2000 grammos kísérletet klimatizált termesztőházban szövettem át

Az elő- és nagyobb léptékű kísérleteket 2 ismétlésben állítottam be.

A jelölésre 5 jegyű kódot alkalmaztam. Az első számjegy a hőkezelés módját, a második a dúsítót, a harmadik a töménységet, a negyedik a fajt és az ötödik az ismétlést jelölte. Kontrollként dúsítás nélküli hőkezelt szalmát használtam.

Naponta ellenőriztem a micélium szövődések mértékét.

Az átszövődött alapanyagot hagyományos gomba takaróföldre 4 cm vastagon takartam. Ez a takaróanyag 90%-ban tőzeget és 10%-ban cukorgyári mésziszapot tartalmazott. A pH-értéke 7,3-7,5 közötti volt.

A takarás után elvégeztem a gombaszúnyogok (*Lycoriella sp.*) és a gubacslegyek (*Heteropeza pygmaea* és *Mycophila sp.*) lárvái elleni védekezést 4 g/m² adagú Dimilin 25 WP szerrel és a gombabetegségek (*Verticillium fungicola* var. *fungicola*, *Mycogone perniciosa*) elleni védekezést 3 g/m² adagú Sporgon 50 WP-vel. Elkészítettem a keveréket és öntözőkannával beöntöztem a takaróföldre.

A takarás után pincében helyeztem el a zsákokat 22-24 °C-on, 80-90% relatív páratartalom mellett (7. ábra). Naponta ellenőriztem a takaróföld szövődését és kétnaponta megöntöztem. Amikor a takaróföldet a micélium 2/3 részben átszötte, elvégeztem a borzolást, amivel biztosítani akartam, hogy a micélium egyenletesebben szője át a táptalajt, és ezáltal elkerüljem a csokrosodás miatti termőtest deformálódást.



7. ábra: A 2000 grammos kiszerezésű kísérletet takarás után a pincében szövettem át

Amikor a micélium ismét elérte a takaróföld felületét, a levegő lehűtése érdekében éjszakánként hideg levegőt engedtem a pincébe, így sikerült a levegő hőmérsékletét 18-19 °C-ra csökkenteni. A CO₂-tartalom 1500-2000 ppm, a páratartalom 80-90% körül alakult.

Amikor a tőfejek elérték a borsószem nagyságot, ismét elkezdtem öntözni. A tervezett szedési időpont előtt egy nappal már nem öntöztem, hogy a gombák megszáradhassanak.

A szedések alkalmával első osztályú gombát szedtem, tehát amikor elérte a fajtára jellemző nagyságot, a kalap alján a hártya nem szakadt fel, a kalap húsa közepesen kemény volt (8. ábra).



8. ábra: *Agaricus bitorquis* 2000 grammos táptalajon szedés előtt

A kezelések ismétléseit külön szedtem.

A szedési időtartam 25 és 45 nap között változott a szubsztrátum egészségi állapotától függően.

Az előkísérletekben vizsgáltam az átszövődés mértékét napi rendszerességgel (amit a becsírázástól a táptalaj micéliummal való átszövődéséig eltelt napok számával fejeztem ki) és a hozamot (termett gomba tömege egységnyi nedves táptalaj tömegre vetítve). A kísérleti eredmények megbízhatóságát statisztikailag értékeltem - varianciaanalízis módszerével (Sváb, 1976).

A nagyobb léptékű (2000 és 5000 gramm) kísérletekben vizsgáltam még a termőrefordulás idejét (a csírázástól a tűfejek megjelenéséig eltelt napok számát), az első szedés idejét (a csírázástól az első gombák leszedéséig eltelt napok számát) és az éréslefutást (a termő időszakban az 5 naponkénti összesített szedések alakulását). A nagyobb léptékű kísérleteket is statisztikailag értékeltem varianciaanalízis módszerével (Sváb, 1976).

3.6. Beltartalmi vizsgálatok

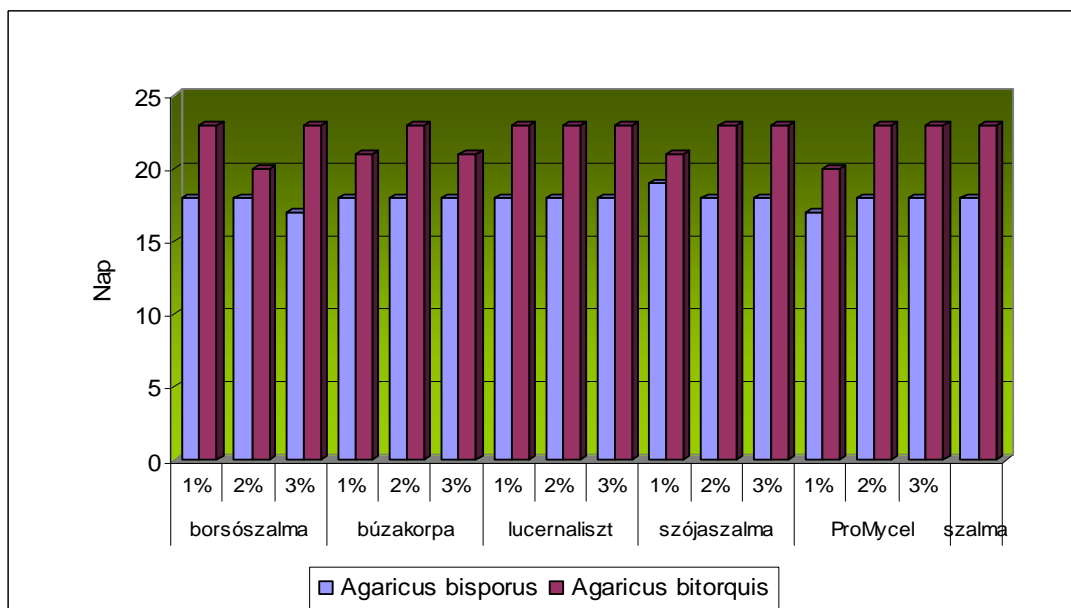
A xerotherm és mikrobiológiai módszerrel előállított, dúsított táptalajokból mintát vettem és megvizsgáltattam a nedvesség- és nitrogéntartalmát, valamint a kémhatását.

Végül a mikrobiológiai módszerrel előállított, dúsítatlan alapanyagról szedett *Agaricus bisporus* és *Agaricus bitorquis* termőtestek beltartalmi értékeit laboratóriumban megvizsgáltattam és egy komposztról szedett mintával összehasonlítottam.

4. A kísérletek eredménye

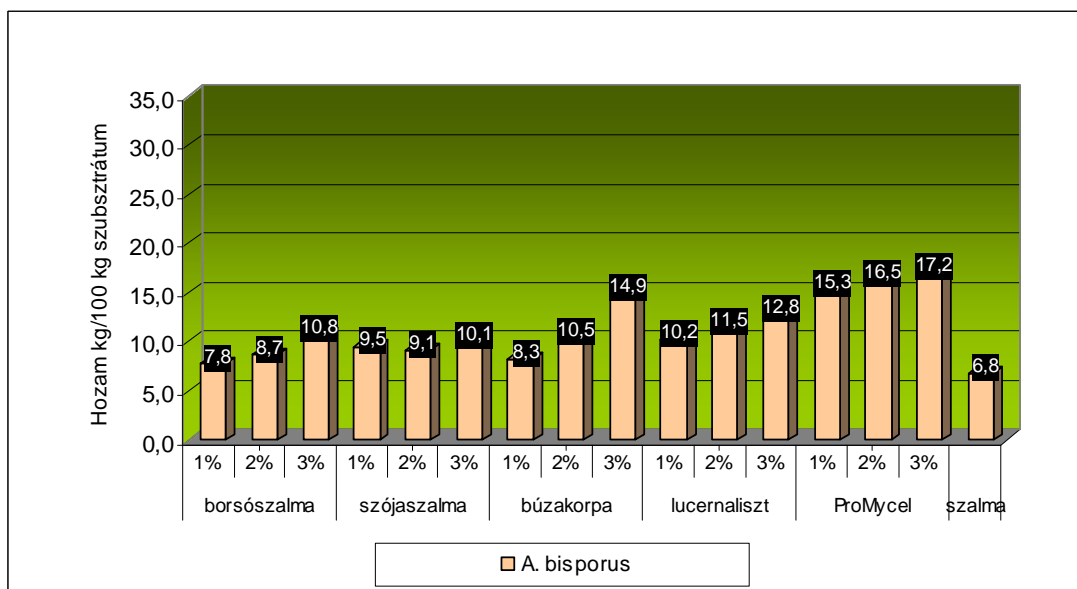
4.1. Előkísérletek eredménye

4.1.1. Eredmények a xerotherm hőkezelési módszerrel előállított táptalajon



9. ábra: A dúsítóanyagok hatása a xerotherm eljárással készített 500 grammos táptalaj átszövődési idejére

Az *Agaricus bisporus* fajnál a táptalaj átszövődése 17 és 19 nap között, míg az *Agaricus bitorquis* fajnál 20 (borsószalma 2%, ProMycel 1%) és 23 nap (a legtöbb kezelés) között zajlott le (9. ábra).

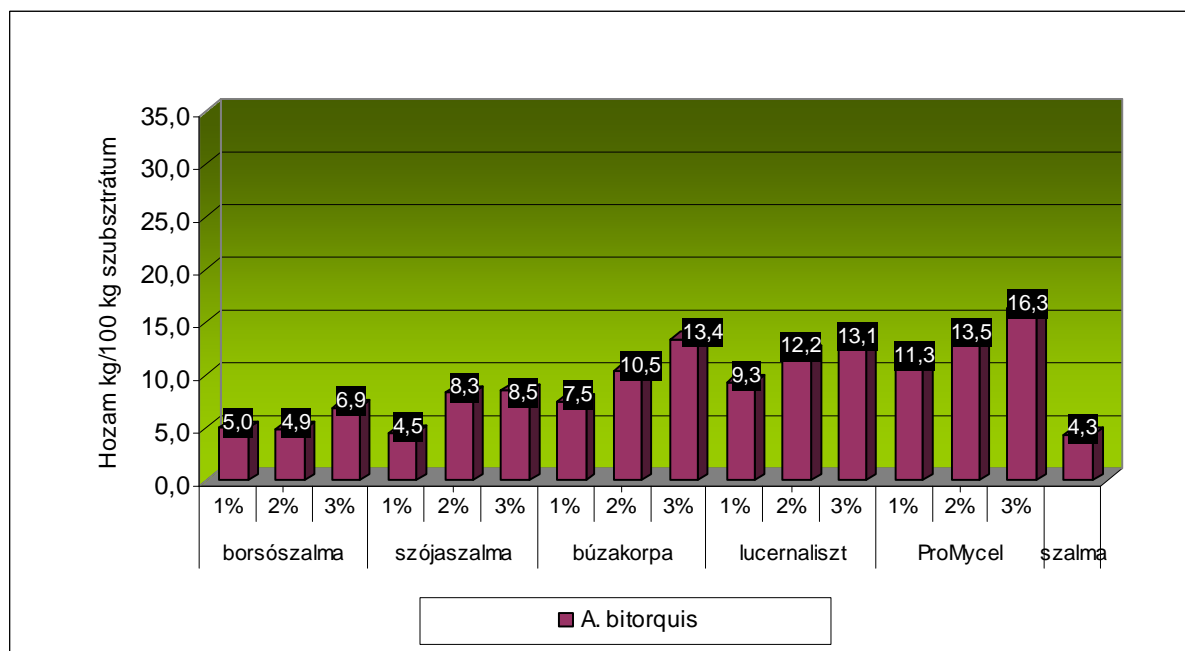


10. ábra: Az *Agaricus bisporus* hozamának alakulása az 500 grammos xerotherm eljárással készített táptalajon

Az *Agaricus bisporus* faj a xerotherm hőkezelési eljárással előállított szubsztrátumon a ProMycel dúsítóval történő kezelésekre adta a legjobb hozamot (10. ábra). A három

töménység átlagában 16,3 kilogrammos hozamot kaptam 100 kg szubsztrátumra vonatkoztatva. A ProMyceles kezelés minden töménységnél legalább 100%-kal többet termelt a kontrollhoz (szalma) viszonyítva. A 3 és 2%-os kezelés 143%-kal, az 1%-os kezelés 114%-kal termelt többet a kontrollnál. Ezen kívül a lucernalisztes és búzakorpás dúsítás emelhető ki a hozamok alapján. A lucernalisztes dúsítás esetében a három töménység átlagában jobb eredményt kaptam a búzakorpához viszonyítva. Előbbinél 11,7 kg, utóbbinál 11,3 kg gombát szedtem 100 kg szubsztrátumra átszámítva. A lucernaliszt kezelésnél a töménységeket nézve kiegyenlített volt a hozam alakulása. A 3%-os kezelésnél 86%-kal, a 2%-os kezelésnél 71%-kal, az 1%-os dúsításnál 43%-kal kaptam több gombát. A búzakorpa esetében a 3%-os dúsítás hatására, több mint 100%-kal lett több a hozam (114%-kal), az 1 és 2%-os kezelésnél 14 és 57%-kal lett több termés. A dúsítók közül leggyengébben a borsószalmás és szójaszalmás kezelések szerepeltek a három töménység átlagát tekintve (9,3 kg és 9,6 kg gomba 100 kg szubsztrátumra vonatkoztatva). A kontrollhoz viszonyítva minden dúsító minden töménysége nagyobb hozamot adott.

Az *Agaricus bisporus* fajjal oltott előkísérletben megfigyelhető, hogy a hozamok alakulása szinte mindig követi az adagolt dúsító töménységét, vagyis a több dúsítót tartalmazó szubsztrátumon több termést kaptam. Ez alól a szójaszalma dúsító volt a kivétel. A ProMycel 2 és 3%-os dúsítása azonos hozamot adott.



11. ábra: *Agaricus bitorquis* hozamának alakulása az 500 grammos xerotherm eljárással készített és dúsított szubsztrátumon

Az *Agaricus bitorquis* faj a xerotherm hőkezelési eljárással előállított és dúsított táptalajon a ProMycel dúsító használata esetében adta a legmagasabb hozamokat, és a három töménység átlagában (13,7 kg/100 kg szubsztrátum) is ez a dúsító volt a legeredményesebb. A 3%-os

töménységnél 300%-kal termett többet a szalmánál. Az 1 és 2%-os dúsításnál 175 és 250%-kal termett többet. Ezt a lucernaliszt, majd a búzakupával dúsított táptalaj követte. A lucernaliszt (13, 3 kg/100 kg szubsztrátum) a három töménység átlagában magasabb hozamot adott a búzakupához (10,7 kg/100 kg szubsztrátum) viszonyítva. Mindkettőnél a 3%-os dúsítás 225%-kal múlta felül a kontrollt. A lucernaliszt kezelés esetében az 1 és 2%-os dúsítás 200 és 125%-kal, a búzakupá esetében a 2 és 3%-os dúsítás hatására 175 és 100%-kal termett többet (11. ábra).

Az ötféle kezelés hozamai közül a szójaszalma és a borsószalma volt a leggyengébb, de a kontrollhoz viszonyítva minden dúsító minden töménységének nagyobb hozama volt. A borsószalma 5,7 kg, a szójaszalma 7,3 kg hozamot adott 100 kg szubsztrátumra vonatkoztatva a három töménység átlagában.

Az *Agaricus bitorquis* fajjal végzett előkísérletekben a xerotherm eljárással előkészített szubsztrátumon a kezeléseken belül a hozamok legtöbbször követték a dúsítók töménységének változását. Kivéve két esetben (borsószalma 1 és 2%, szójaszalma 2 és 3%), amikor a hozam nem követte.

4. táblázat: Dúsítók és töménységek hatása az *Agaricus bisporus* hozamára

<i>Agaricus bisporus</i> hozama kg/100 kg	Xerotherm hőkezeléssel előállított táptalaj				
DÚSÍTÓANYAGOK	borsószalma	szójaszalma	búzakupá	lucernaliszt	ProMycel
dúsítóanyagok 1%	8	9,6	8,4	10,2	15,4
dúsítóanyagok 2%	8,8	9,2	10,6	11,6	16,6
dúsítóanyagok 3%	10,8	10,2	15	12,8	17,2
kontroll	6,8				
SzD _{5%} bármely két kombinációra	1,698				

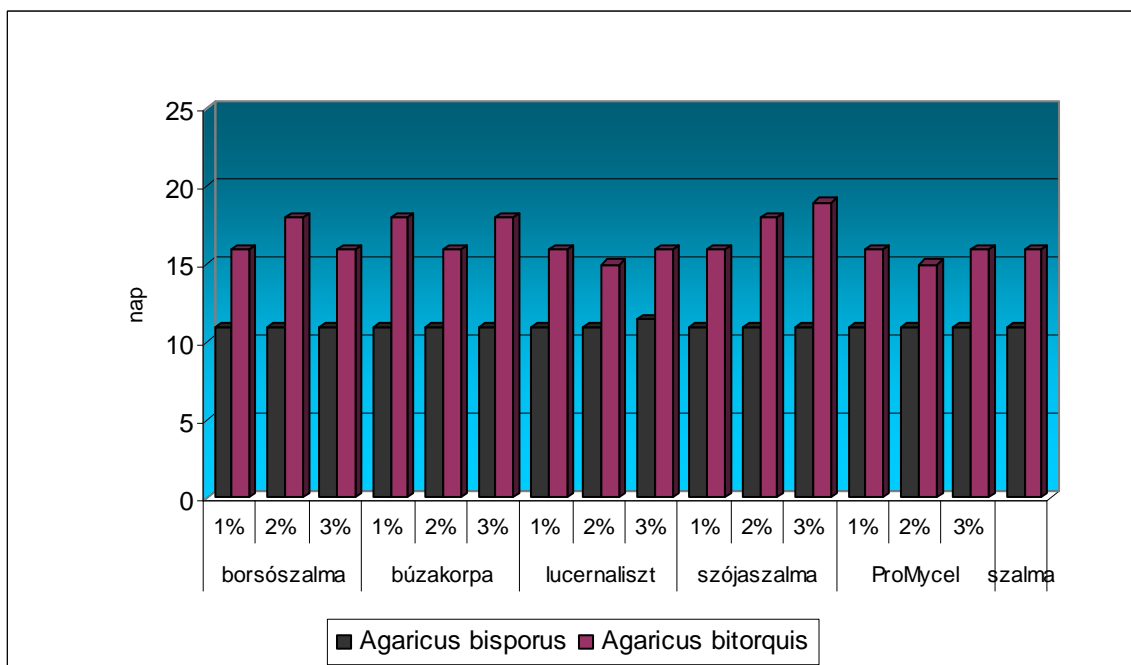
A dúsítók és a töménységek egymással kölcsönhatásban szignifikánsan emelték a kontroll hozama fölé a dúsított alapanyag hozamát mind az *Agaricus bisporus*, mind az *Agaricus bitorquis* esetében (4. és 5. táblázat).

5. táblázat: Dúsítók és töménységek hatása az *Agaricus bitorquis* hozamára

<i>Agaricus bitorquis</i> hozama kg/100 kg	Xerotherm hőkezeléssel előállított táptalaj				
DÚSÍTÓANYAGOK	borsószalma	szójaszalma	búzakorpa	lucernaliszt	ProMycel
dúsítóanyagok 1%	5,0	4,5	7,5	9,3	11,3
dúsítóanyagok 2%	4,9	8,3	10,5	12,2	13,5
dúsítóanyagok 3%	6,9	8,5	13,4	13,1	16,3
kontroll	4,3				
SzD _{5%} bármely két kombinációra	0,75				

4.1.2. Eredmények a mikrobiológiai módszerrel előállított táptalajon

A mikrobiológiai módszerrel előkészített és dúsított szalmán az *Agaricus bisporus* faj szinte kivétel nélkül 11 nap alatt átszőtte az 500 gramm alapanyagot. A dúsítók között átszővődési időt tekintve nem volt különbség. Az *Agaricus bitorquis* fajnál 15 és 19 nap között ment végbe az átszővődés, leggyorsabban a 2% töménységű lucernalisznél és a 2% töménységű ProMycelnél (15 nap) (12. ábra.).



12. ábra: A dúsítóanyagok hatása az átszővődési időre a mikrobiológiai módszerrel előállított 500 grammos szubsztrátumon



13. ábra: *Agaricus bisporus* 500 grammos kiszerezésben borzolás előtt

A szalma táptalajt átszövődés után 4-5 centiméter vastagon takartam takarófölddel. A borzolásra a takarás utáni 7. napon került sor, amikor a micélium már a takaróföld 2/3-át átszötte (13. ábra).

A hőkezelt szalma az átszövetés után kivilágosodik (14. ábra).



14. ábra: *Agaricus bitorquis* mikrobiológiai módszerrel hőkezelt, 500 grammos táptalajon

A 15. és 16. ábrán az első hullám látható a szalma táptalajon.

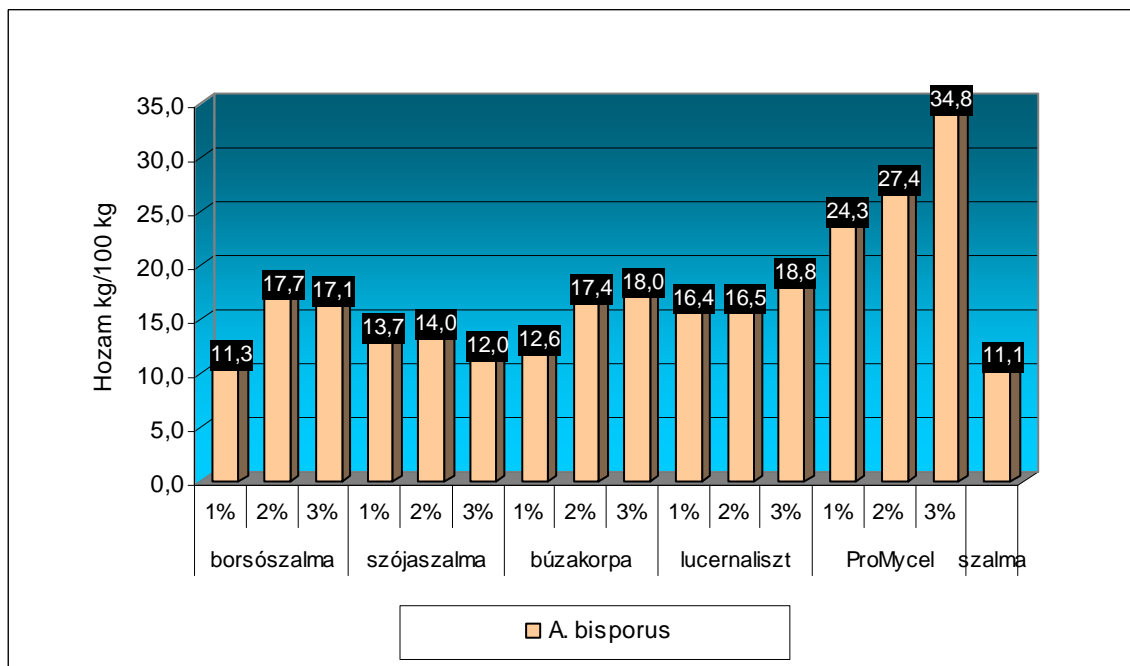


15. ábra: *Agaricus bisporus* első hulláma 500 grammos táptalajon



16. ábra: *Agaricus bitorquis* első hulláma 500 grammos táptalajon

Az *Agaricus bisporus* fajjal oltott, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon a ProMycel-es kezelés adta a legjobb hozamot, a három töménység átlagában 28,7 kilogrammot 100 kg szubsztrátumra vonatkoztatva (17. ábra). A 3%-os töménység esetében több mint 200%-kal (218%), 2%-os dúsításnál 145%-kal, az 1%-nál 118%-kal termett többet a kontrollhoz viszonyítva. A többi dúsító esetében nem volt ilyen kiugró hozamemelkedés. A következő két legjobb eredményt adó dúsító a három töménység átlagában a lucernaliszt és a búzakorpa voltak. Előbbi 17,3 kg/100 alapanyag, utóbbi 16 kg/100 kg alapanyag hozamot adott. A két dúsító 3 töménysége közül a lucernaliszt 3% adta a legnagyobb hozamot, 73%-al nagyobbat a kontrollnál. A lucernaliszt 1 és 2% 45 és 55%-kal, a búzakorpa 1, 2 és 3%-os dúsításnál 18, 55 és 64%-kal termett többet, szintén a kontrollhoz képest. A borsószalma és szójaszalma dúsítók ennél a hőkezelési eljárásnál is a két leggyengébben teljesítő dúsító voltak, előbbinél a 3 töménység átlagos hozama 15,3 kg, utóbbié 13,3 kg/100 kg szubsztrátum volt. A borsószalma 1%-os dúsítása esetében a hozam a kontrolléval azonos volt, a többi kezelésnél kevéssel, de meghaladta azt.



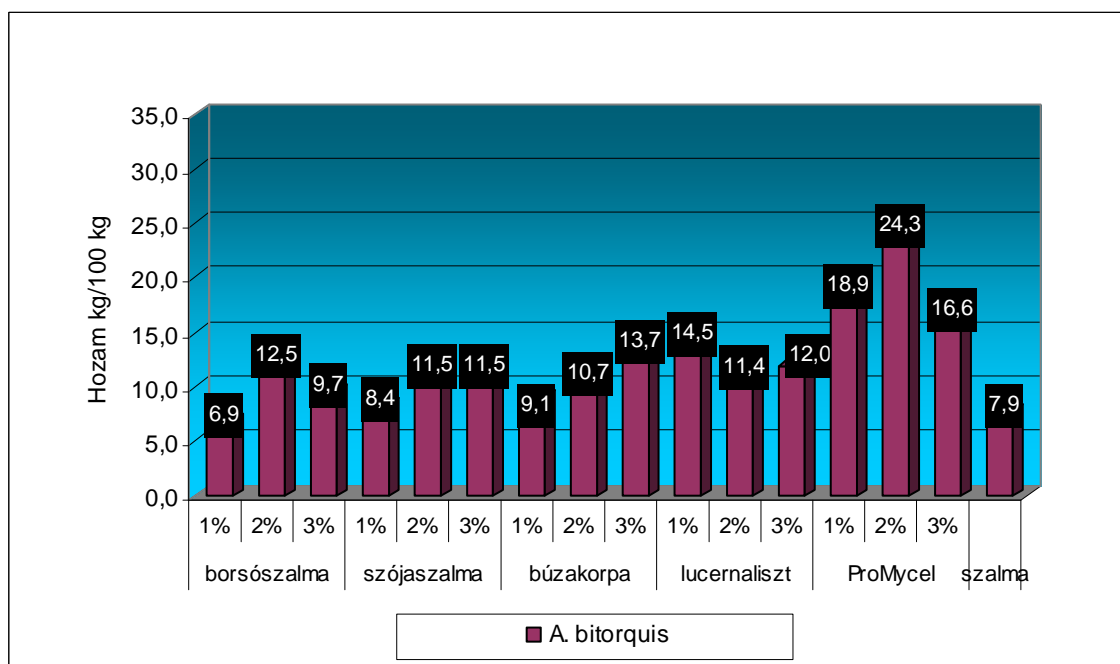
17. ábra: *Agaricus bisporus* hozamának alakulása az 500 grammos mikrobiológiai módszerrel előállított, dúsított táptalajon

Az *Agaricus bitorquis* fajjal beállított előkísérlet esetében a hozamok alakulása legtöbbször követte az adagolt dúsítók mennyiségének változását, azaz növekedését. Kivétel volt a borsószalma és szójaszalma. A borsószalma esetében az 1%-os dúsítás azonos hozamot adott a kontrollal, egyéb esetben minden dúsító minden töménysége jobb volt a kontrollnál.

Az *Agaricus bitorquis* fajjal oltott, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon az előkísérletben a legmagasabb hozamot a ProMycellel való dúsítás eredményezte (18. ábra). Mindhárom töménységnél nagyobb hozamot kaptam az összes többi dúsítóval és töménységgel

kevert szubsztrátumhoz viszonyítva. A ProMycel 2%-os dúsítónál a hozam 200%-kal, az 1 és 3%-os dúsítás 137 és 112%-kal haladta meg a kontroll hozamát. A további magasabb hozamok a lucernaliszt és búzakorpa dúsítóknál adódtak. Az előbbi a három töménység átlagában 12,6 kg/100 szubsztrátum, utóbbi 11,3 kg/100 kg hozamot produkált. A lucernaliszt 1%-os dúsításánál 87%-kal, az 2 és 3%-os dúsításnál 37 és 50%-kal adott több termést a kontrollhoz viszonyítva. A búzakorpa 3%-os dúsítása 75%-kal, az 1 és 2%-os dúsítás 12 és 37%-kal volt jobb a kontroll hozamánál. A két további dúsító, a borsószalma és szójaszalma a három töménység átlagában 10 és 10,3 kg (100 szubsztrátumra vonatkoztatva) hozamot adott, de a borsószalma 1%-os adagolásával a kontrollnál is kevesebbet, 7 kg-ot termett 100 kg szubsztrátumra vonatkoztatva.

Az *Agaricus bitorquis* fajjal végzett előkísérletben megfigyelhető, hogy a több dúsító adagolása csak egy esetben eredményezett több termést. A borsószalma, szójaszalma, lucernaliszt és a ProMycel esetében sem látszik összefüggés a dúsító adagja és a hozam alakulása között.



18. ábra: *Agaricus bitorquis* hozamának alakulása az 500 grammos mikrobiológiai módszerrel előállított, dúsított táptalajon

A mikrobiológiai módszerrel előállított táptalajon a dúsítók és töménységük hatására a hozamok szignifikánsan különböznek a kontrolltól mindkét faj esetében (6. és 7. táblázat).

6. táblázat: A dúsítók és töménységek hatása az *Agaricus bisporus* hozamára (500 g)

<i>Agaricus bisporus</i> hozama kg/100 kg	Mikrobiológiai hőkezeléssel előállított táptalaj				
DÚSÍTÓANYAGOK	borsószalma	szójaszalma	búzakorpa	lucernaliszt	ProMycel
dúsítóanyagok 1%	11,3	13,7	12,6	16,4	24,3
dúsítóanyagok 2%	17,7	14,0	17,4	16,5	27,4
dúsítóanyagok 3%	17,1	12,0	18,0	18,8	34,8
kontroll	11,1				
SzD _{5%} bármely két kombinációra	3,5				

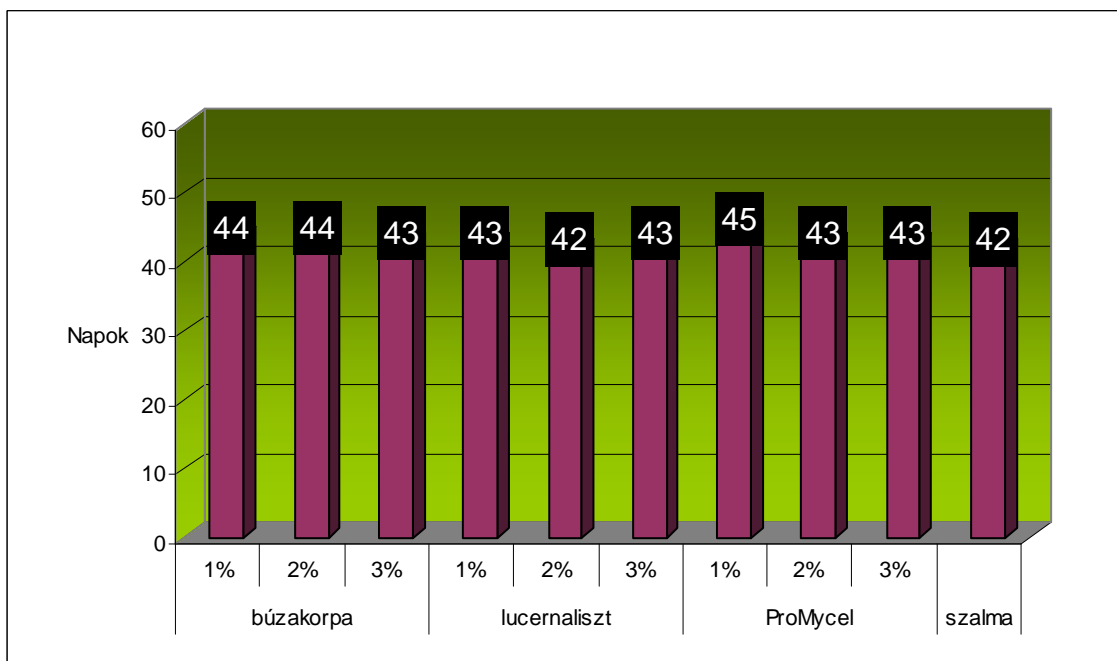
7. táblázat: A dúsítók és töménységek hatása az *Agaricus bitorquis* hozamára (500 g)

<i>Agaricus bitorquis</i> hozama kg/100 kg	Mikrobiológiai hőkezeléssel előállított táptalaj				
DÚSÍTÓANYAGOK	borsószalma	szójaszalma	búzakorpa	lucernaliszt	ProMycel
dúsítóanyagok 1%	6,9	8,4	9,1	14,5	18,9
dúsítóanyagok 2%	12,5	11,5	10,7	11,4	24,3
dúsítóanyagok 3%	9,7	11,5	13,7	12,0	16,6
kontroll	7,9				
SzD _{5%} bármely két kombinációra	0,66				

4.2. Xerotherm hőkezelési módszerrel előállított táptalajon lefolytatott kísérletek eredményei

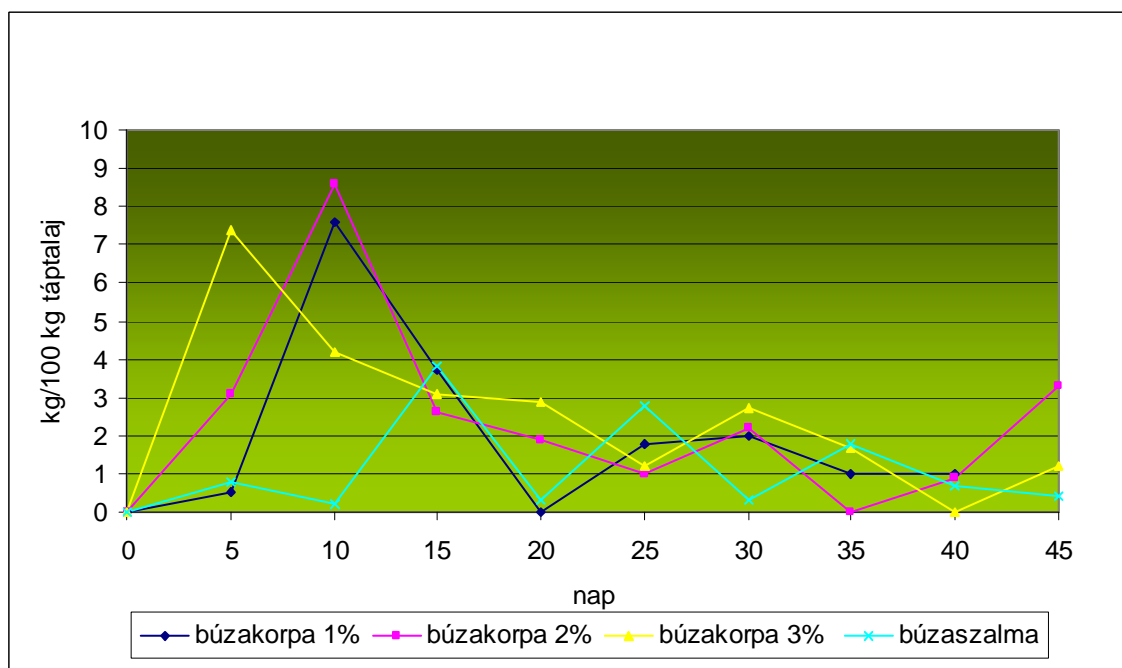
4. 2. 1. A 2000 grammos kiszerezésben beállított kezelések

A második lépésben a 2000 gramm táptalajt tartalmazó zacskókban, *Agaricus bisporus*-szal beállított kísérletben a búzakorpa, lucernaliszt és ProMycel 1, 2 és 3%-os töménységű dúsítások hatására szövődésszerű különbségeket nem tapasztaltam. Minden zacskó táptalaj a csírázástól számított 23. és 26. nap között szövődött át és a 30-35. napon termőrefordult. Az első szedések időpontjában sem volt jelentős eltérés, a 42. és 45. nap között szedtem az első gombákat (19. ábra).

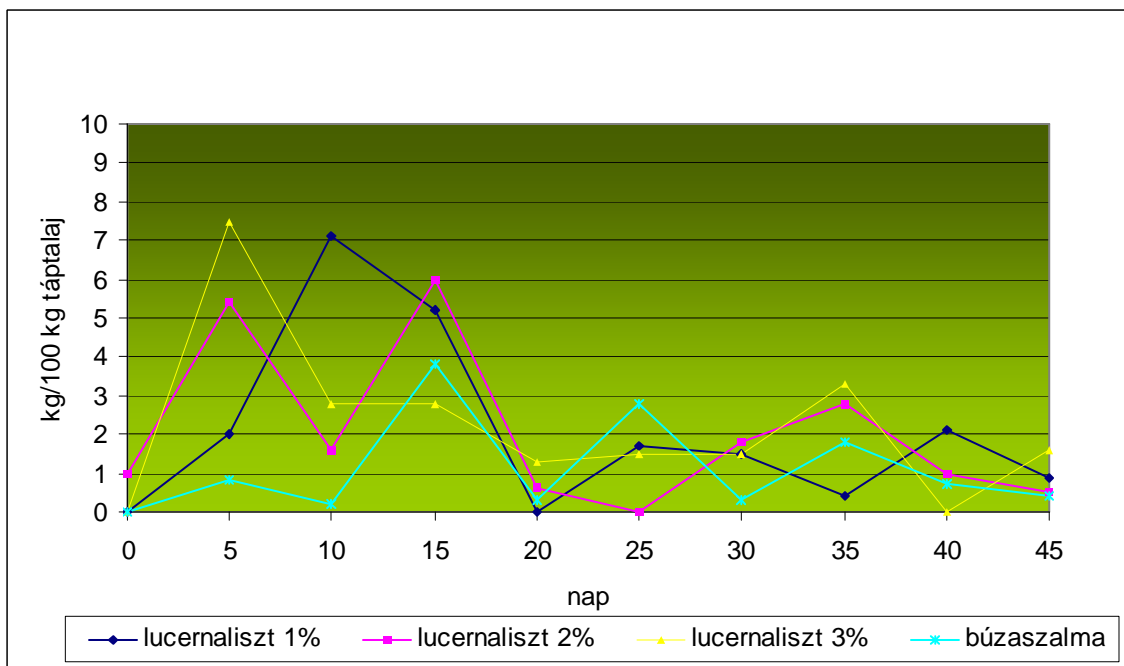


19. ábra: A csírázás napjától az első szedésig eltelt napok száma *Agaricus bisporus* fajjal beoltott, xerotherm eljárással előállított, 2000 grammos táptalajon

A búzakorpa különböző mértékű (1%, 2%, 3%) adagolásának hatását láthatjuk az éréslefutásra a 20. ábrán. A grafikon az 5 naponkénti összesített szedéseket ábrázolja. Mindhárom töménység esetében az első hullám emelkedik ki markánsan, míg a további szedések alig mutatnak hullámot.

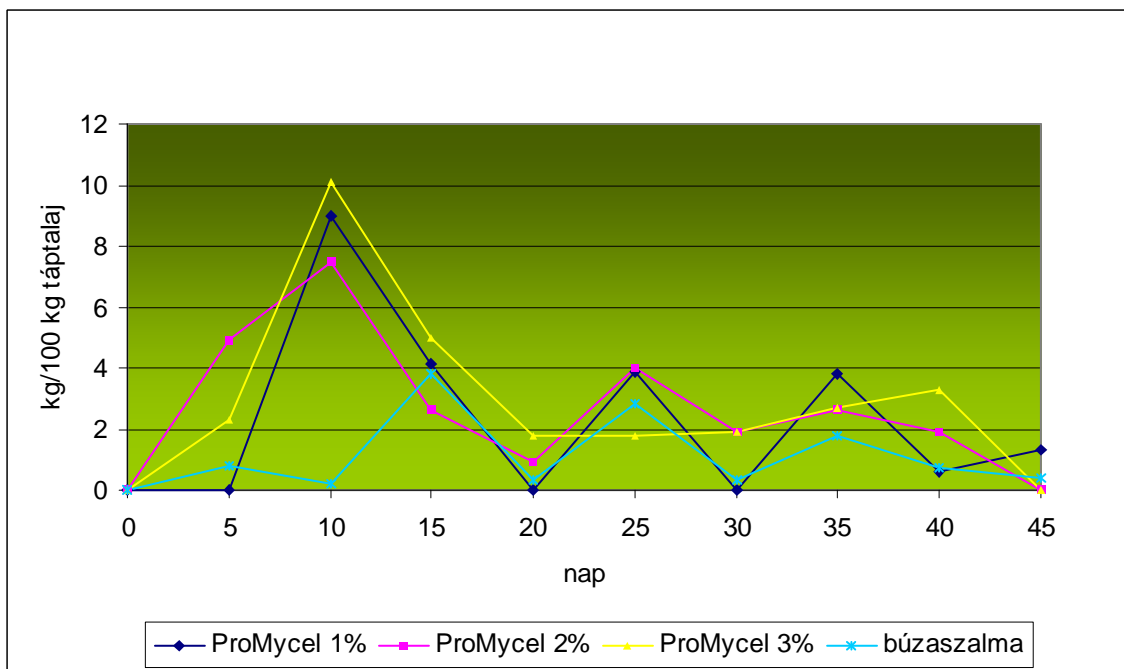


20. ábra: A búzakorpa 1%, 2% és 3%-os dúsítás hatása az *Agaricus bisporus* éréslefutására xerotherm módszerrel hőkezelt 2000 grammos táptalajon



21. ábra: A lucernaliszt 1%, 2% és 3%-os dúsítás hatása az *Agaricus bisporus* éréslefutására xerotherm módszerrel előállított 2000 grammos táptalajon

A csak búzaszalmát tartalmazó táptalaj első hulláma mindhárom dúsítóhoz (20. , 21. és 22. ábra) és töménységhez (1%, 2%, 3%) viszonyítva később indult.

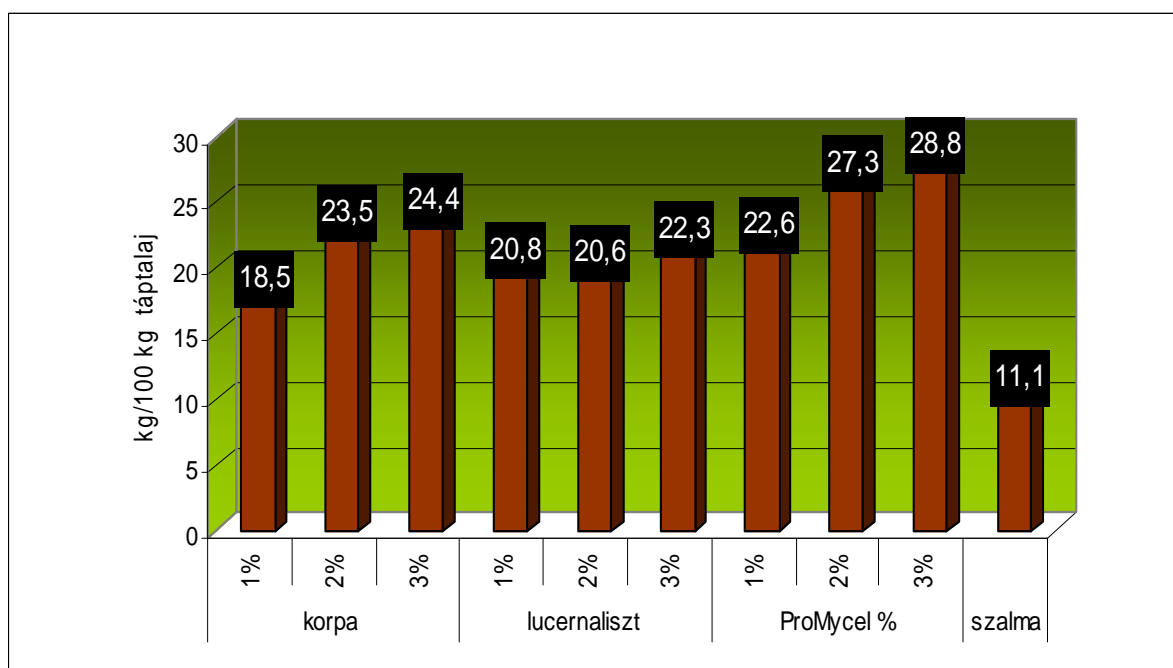


22. ábra: A ProMycel 1%, 2% és 3%-os dúsítás hatása az *Agaricus bisporus* éréslefutására xerotherm módszerrel előállított 2000 grammos táptalajon

A ProMycel 3%-os dúsítás esetében szedtem a legtöbb gombát 5 napon belül, ezt a ProMycel 1 és 2%-os kezelés követte (22. ábra). A kontroll minden töménységhez viszonyítva szinte feleannyi gombát adott az 5 napos időszakokban.

A 20., 21., és 22. ábrát összehasonlítva megfigyelhető, hogy a búzakorpa és lucernaliszt 1, 2 és 3% töménységénél az első hullám is kisebb volt. Az egész tenyészidőszakot tekintve a ProMycel 3%-os dúsítása adta a legjobb hozamot, azaz 28,8 kg gombát 100 kg táptalajra vetítve (23. ábra).

A 23. ábra szerint a hozam minden dúsító esetében legtöbbször kétszer nagyobb volt a kontrollhoz viszonyítva. A legnagyobb különbség a ProMycel 3% és a kontroll kezelés között volt, az előbbi 159%-kal többet termelt. Legalább 100%-os hozamtöbbletet adott a korpa 2%, a korpa 3%, a lucernaliszt 3%, a ProMycel 1 és ProMycel 2%-os kezelés. A legkevesebb többletet a korpa 1%-os kezelés adta, de az is 67%-al jobb volt a kontrollnál. A hozam növekedése egyenes arányban volt a dúsító adalékok koncentrációjának növelésével, kivéve a lucernaliszt 2%-os adagolása esetében, amely elmaradt az 1%-os dúsításnál kapott hozamtól.



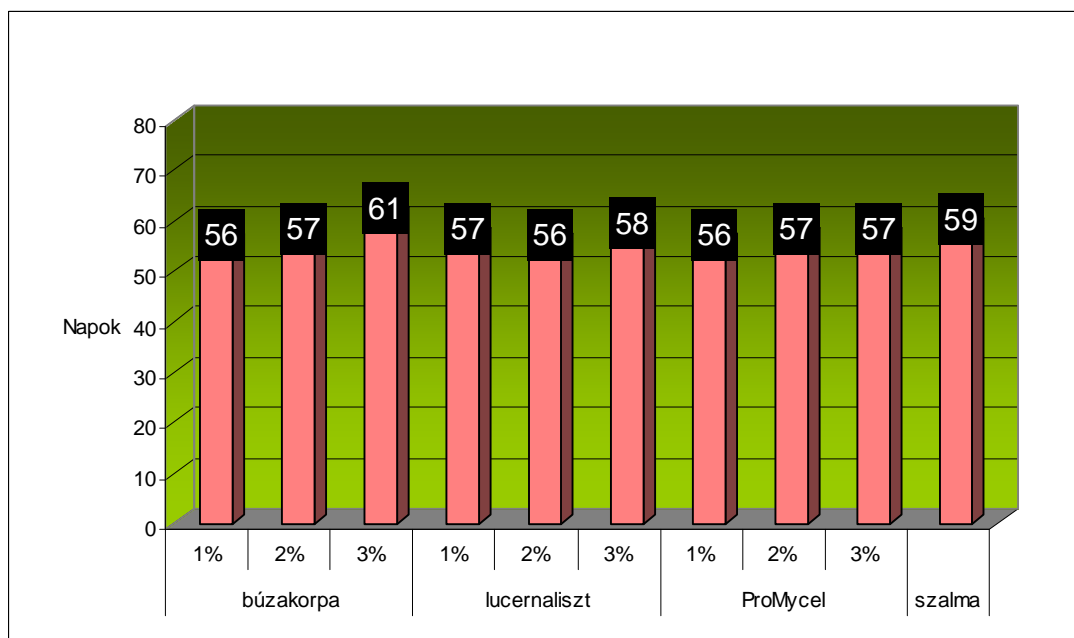
23. ábra: Az *Agaricus bisporus* faj hozamának alakulása a szárazon hőkezelt, 2000 grammos kiegészítésű táptalajon

8. táblázat: A dúsítók hatása az *Agaricus bisporus* faj hozamára xerotherm eljárással előállított táptalajon (2000 gramm)

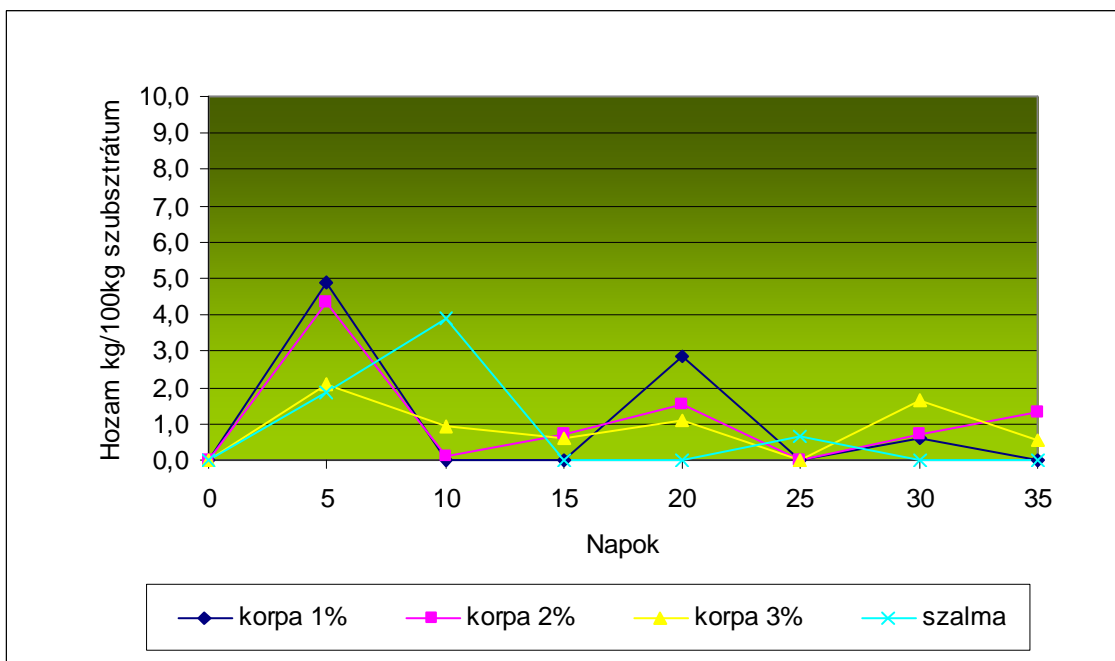
<i>Agaricus bisporus</i> hozama kg/100 kg szubsztrátum			
DÚSÍTÓANYAGOK	búzakorpa	lucernaliszt	ProMycel
dúsítóanyagok 1%	18,5	20,8	22,6
dúsítóanyagok 2%	23,5	20,6	27,3
dúsítóanyagok 3%	24,4	22,3	28,8
kontroll	11,1		
szignifikáns	igen	Igen	igen
SzD _{5%}	3,9	0,9	2,6

A 8. táblázat szerint a búzakorpa kezelés minden töménysége és a kontroll között, valamint az 1 és 2%-os kezelés között, 1 és 3% között volt szignifikáns különbség 5%-os szinten. A lucernaliszt minden töménysége különbözött a kontrolltól és egymástól is, kivéve a 1 és 2%-os töménységet. A ProMyceles kezelés minden töménysége különbözött a kontrolltól, de a 2 és 3%-os egymástól nem.

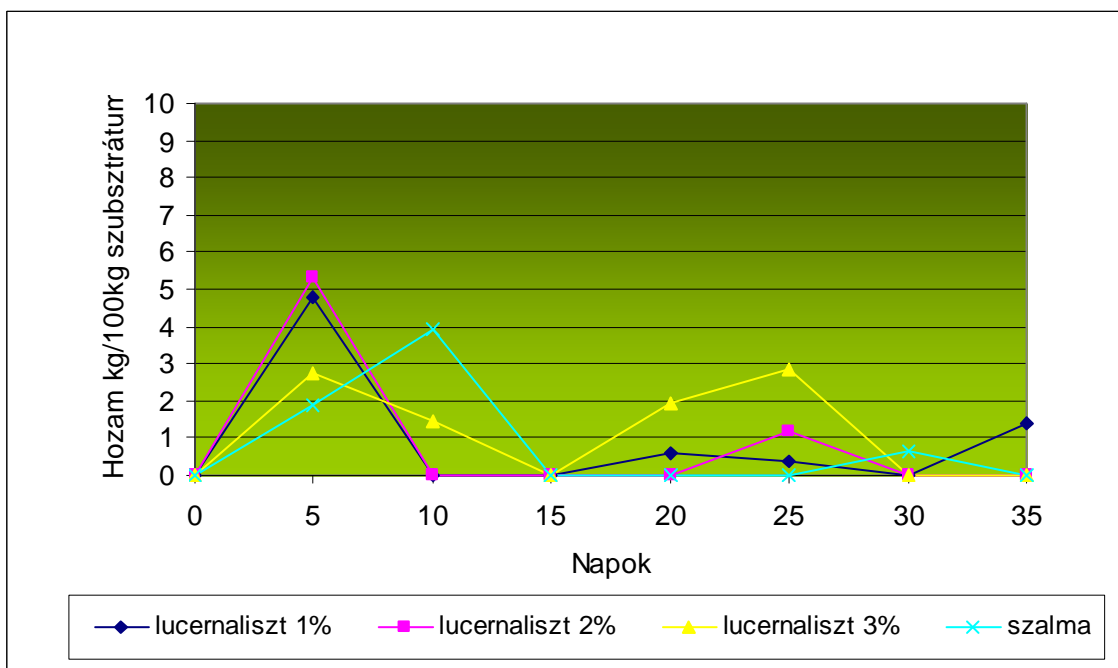
Az *Agaricus bitorquis* fajjal beoltott, a búzakorpával, lucernaliszttel és ProMycellel 1, 2, és 3%-ban dúsított, 2000 grammos szubsztrátum a csírázástól számított 26. és 30. nap között szövődött át a gomba micéliumával. A termőrefordulás az 51. és 55. nap között volt. Az első szedés az 56. és 61. nap között történt meg (24. ábra).



24. ábra: A csírázás napjától az első szedésig eltelt napok száma *Agaricus bitorquis* fajjal beoltott, xerotherm eljárással előállított, 2000 grammos táptalajon

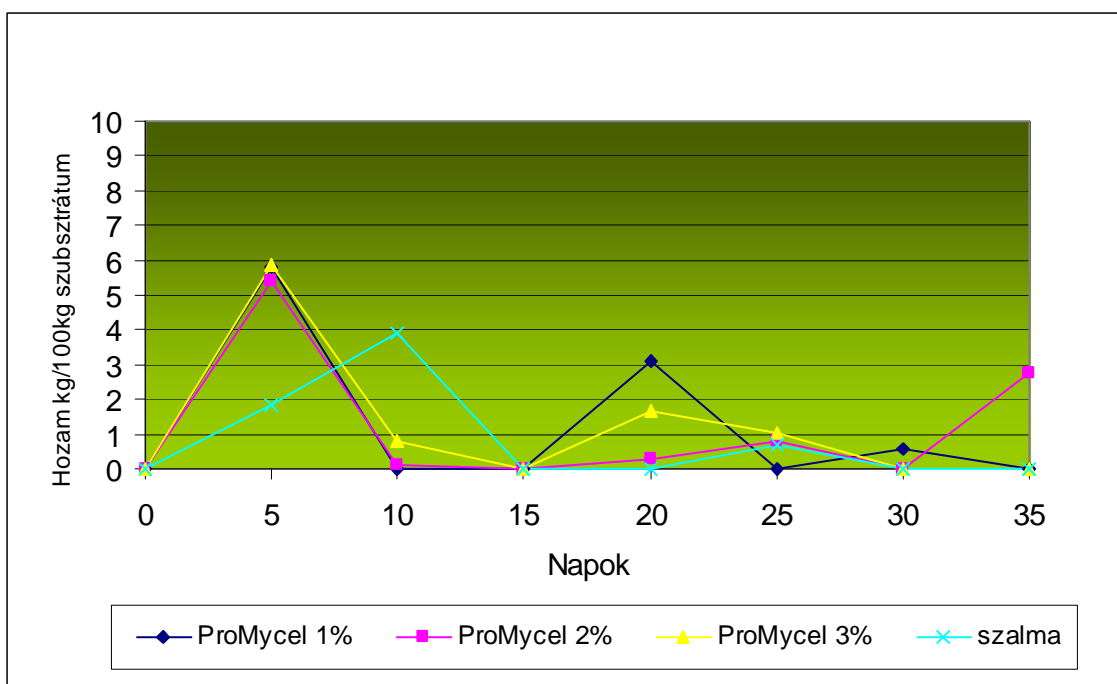


25. ábra: A korpa 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra *Agaricus bitorquis* fajnál 2000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon



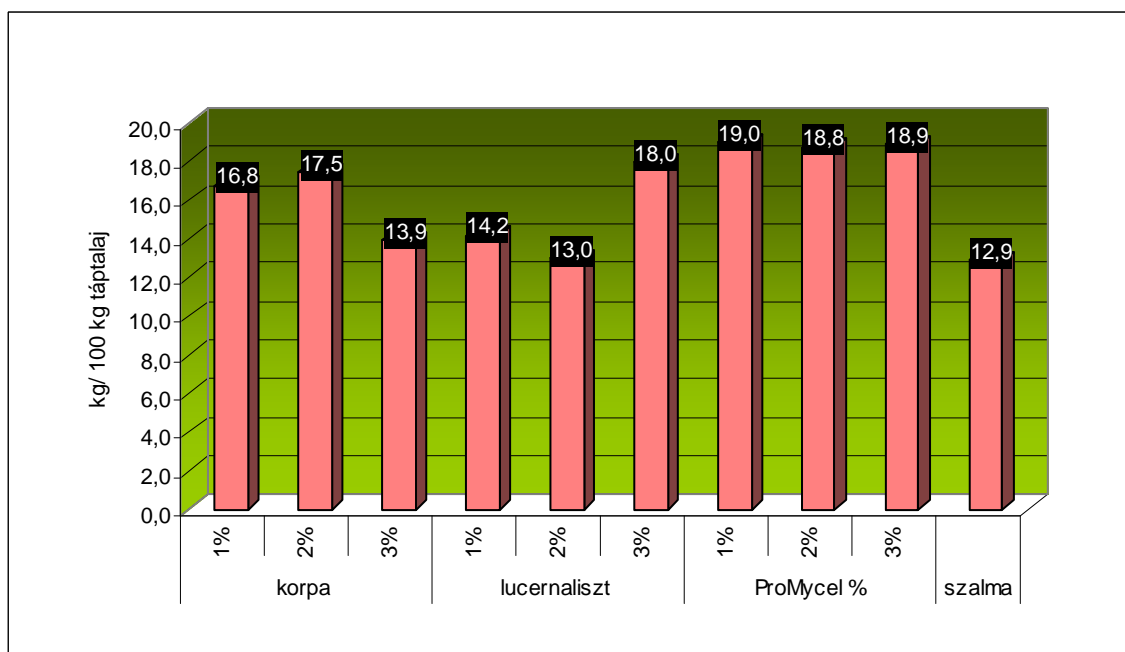
26. ábra: A lucernaliszt 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra *Agaricus bitorquis* fajnál, 2000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon

A korpa dúsító esetében a legmagasabb hozamot az első szedés alkalmával az 1%-os töménységnél értem el. Ezt a 2%, majd a kontroll és ez után a 3%-os töménység követte (25. ábra). A lucernaliszt 2%-os dúsító esetében volt a legnagyobb hozam, amit az 1%, a kontroll és a 3%-os töménység követett (26. ábra).



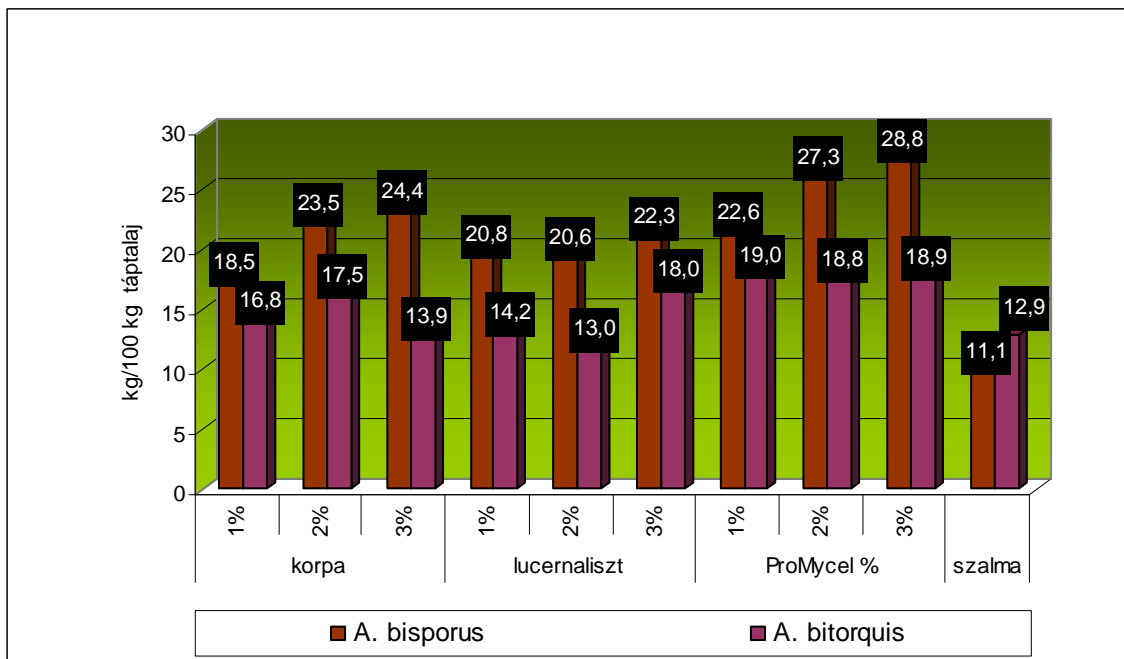
27. ábra: A ProMycel 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra *Agaricus bitorquis* fajnál, 2000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon

A ProMycel dúsító esetében az 1, 2, és 3%-os kezeléseknél közel azonos mennyiséget szedtem az első szedés alkalmával, szinte a kontroll kétszeresének megfelelő mennyiséget (27. ábra).



28. ábra: Az *Agaricus bitorquis* hozamának alakulása xerotherm eljárással előállított és dúsított, 2000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon

A hozamot a 28. ábra szemlélteti. A ProMycel 1%-os dúsítása adta a legjobb hozamot, 19,0 kg gombát 100 kg táptalajra vonatkoztatva. A dúsítók töménységi változását nem követte a hozamok változása, de adagolásuk minden esetben a kontroll hozama (12,9 kg/100 kg szubsztrátum) fölé emelte a termésszintet. A 29. ábra szerint az *Agaricus bisporus* hozama - a kontroll kivételével - minden esetben magasabb volt az *Agaricus bitorquis* hozamánál. A legnagyobb különbség a két faj hozama között a búzakorpa 3%-os kezelésnél (75,5%), a legkisebb a búzakorpa 1%-os kezelésnél (10,1%) volt. A dúsított táptalajokon átlagosan 40%-kal termett többet az *Agaricus bisporus* az *Agaricus bitorquis*nál. A kontroll (szalma) kezelésnél az *Agaricus bitorquis* faj termett többet 16,2%-kal.



29. ábra: Az *Agaricus bisporus* és *Agaricus bitorquis* hozamának összehasonlítása xerotherm hőkezelési eljárással előállított és dúsított, 2000 grammos kiszerelésű táptalajon

9. táblázat: A dúsítók hatása az *Agaricus bitorquis* faj hozamára xerotherm eljárással előállított táptalajon (2000 gramm)

<i>Agaricus bitorquis</i> hozam kg/100 kg szubsztrátum			
DÚSÍTÓANYAGOK	búzakorpa	lucernaliszt	ProMycel
dúsítóanyagok 1%	16,8	14,2	19,0
dúsítóanyagok 2%	17,5	13,0	18,8
dúsítóanyagok 3%	13,9	18,0	18,9
kontroll	12,9		
szignifikáns	igen	Igen	igen
SzD _{5%}	2,3	3,08	3,4

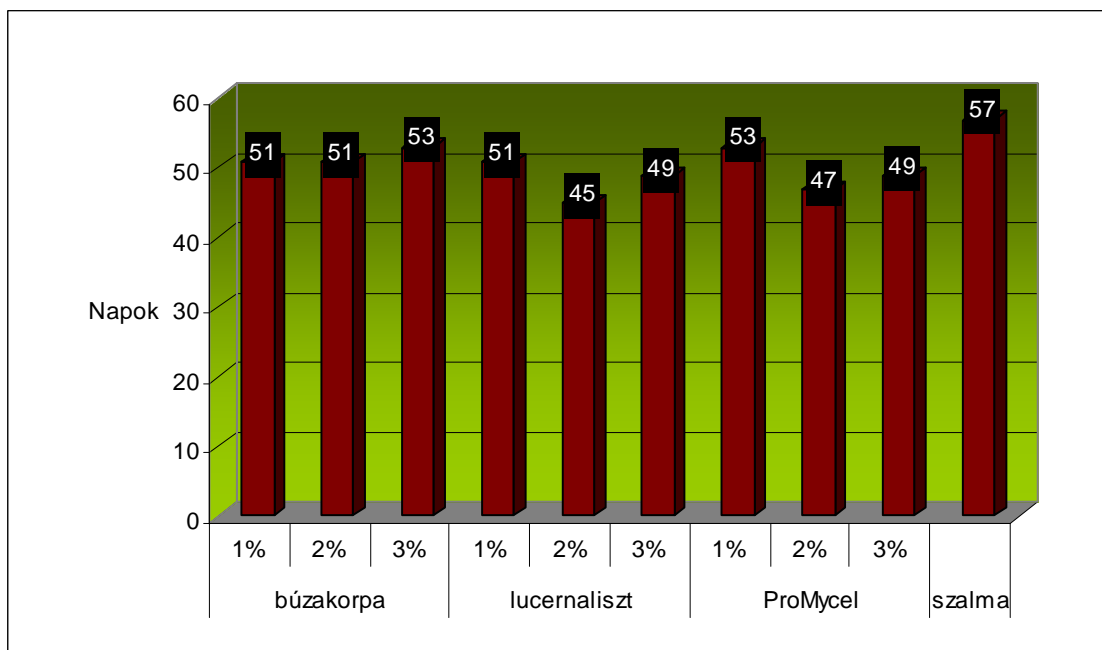
A 9. táblázat szerint a lucernaliszt kezelés kivételével 5%-os szinten volt szignifikáns különbség a hozamokat tekintve a kontroll és az összes többi kezelés között. A lucernaliszt esetében a kontroll és csak a 3%-os kezelés hozama között volt szignifikáns különbség. A búzakorpa esetében a 3% és 2%, valamint a 3% és 1%-os töménység között volt, a kontroll és 3%-os töménység között pedig nem volt szignifikáns különbség. A ProMycelnél a töménységek között nem volt szignifikáns különbség.

4.2.2. Az 5000 grammos kiszerelésben beállított kezelések

Az *Agaricus bisporus* fajjal beoltott szubsztrátumon, 5000 grammos kiszerelésben beállított kísérletben az átszövődés a csírázástól számított 19. napig megtörtént. Ezután elvégeztem a takarást, majd a 27. napon pedig a borzolást. A termőrefordulás a 37. napon volt (30. ábra). Az első gombákat a lucernaliszt 2%-os kezelésnél a 45. napon szedtem, legkésőbb a kontroll kezelésnél, az 57. napon (31. ábra).



30. ábra: *Agaricus bisporus* termőrefordulás idején



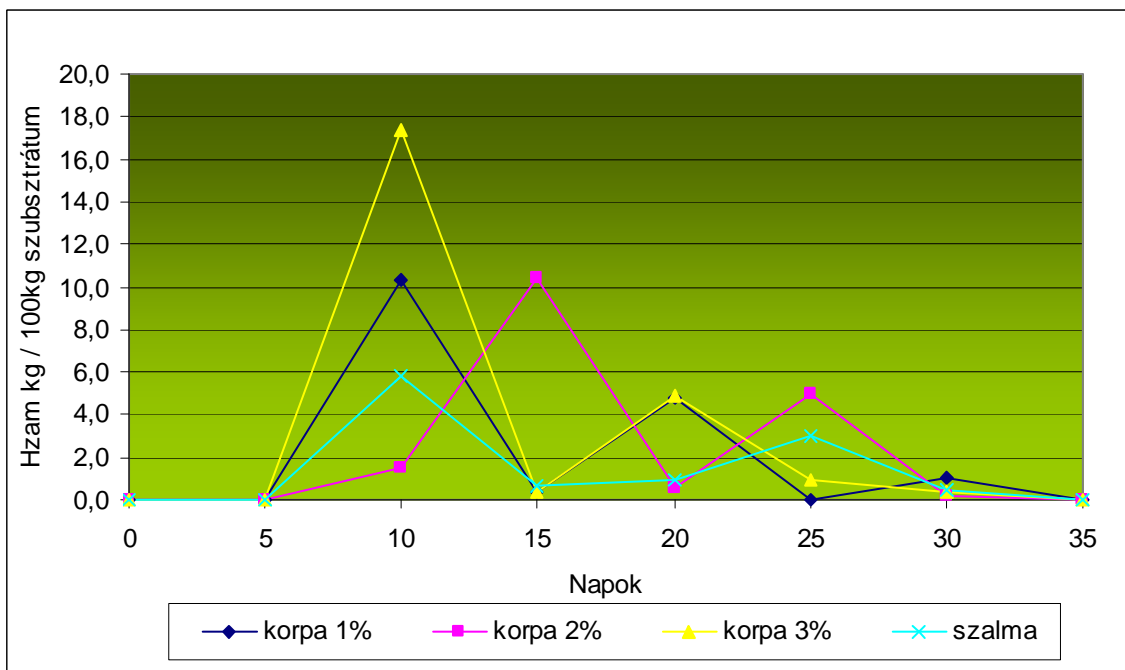
31. ábra: *Agaricus bisporus* csírázásától számított napok száma az első szedésig, xerotherm hőkezelési eljárással előállított, 5000 grammos kiszerezésű táptalajon

A 33., 34. és 36. ábrán láthatók az éréslefutások a különböző kezelések hatására.

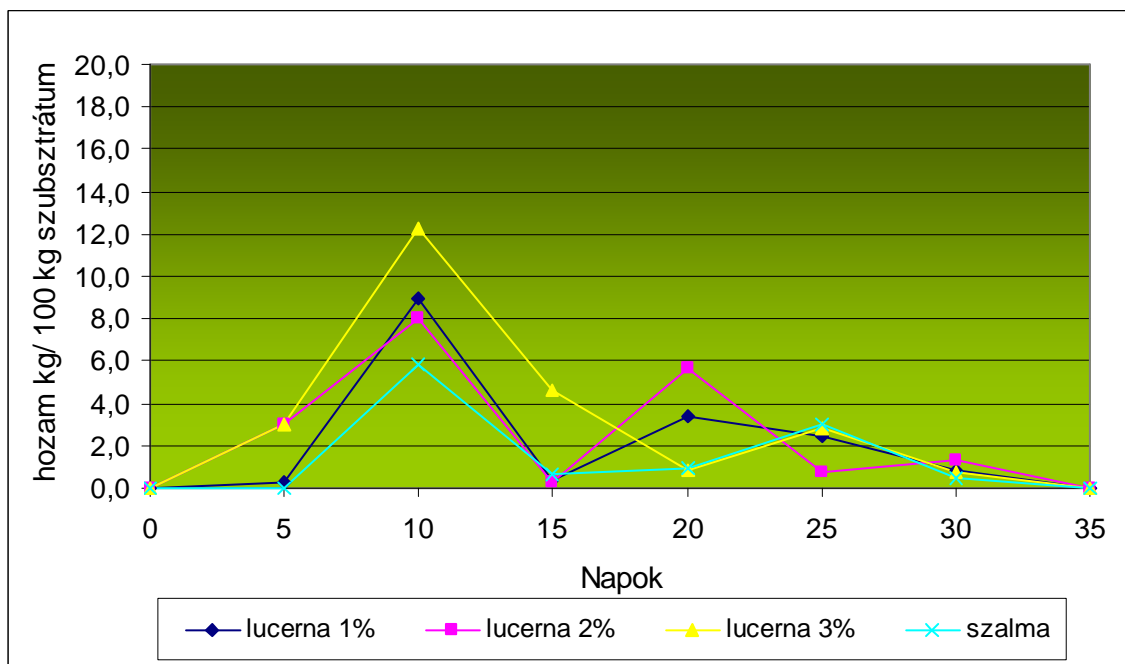
A korpa 3%-os kezelésnél kiemelkedően nagy mennyiségű gombát szedtem a második 5 napos ciklusban. A korpa 1% és kontroll kezelés szedése is ekkor adta le a legnagyobb mennyiséget (32. ábra). A 2%-os kezelésnél következő 5 napos szedési ciklusban szedtem a csúcsmennyiséget (35. ábra).



32. ábra: A 3%-os búzakorpa dúsításos (bal oldali zsák) és a kontroll (jobb oldali zsák) táptalaj közötti különbség (*Agaricus bisporus*)



33. ábra: A korpa 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra *Agaricus bisporus* fajnál, 5000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon

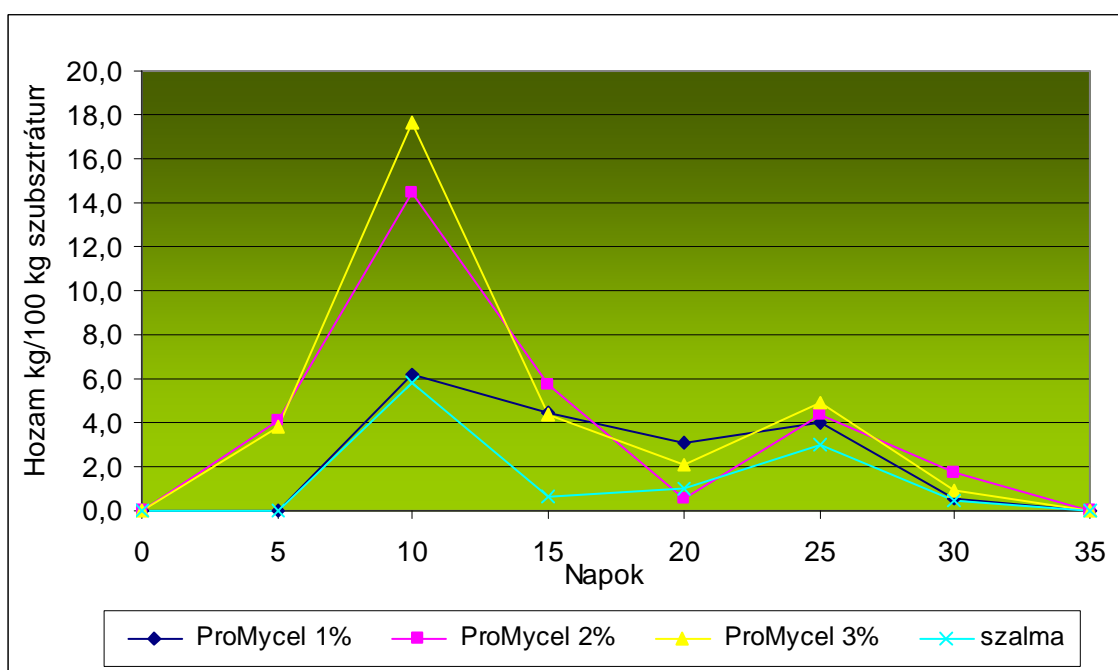


34. ábra: A lucernaliszt 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra *Agaricus bisporus* fajnál, 5000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon

A legnagyobb mennyiségű gombát a lucernaliszt 3%-os kezeléseknél a termőrefordulás utáni 10. napig szedtem (34. ábra). Az első szedés időpontja korábban volt a dúsított táptalajok esetében, mint a kontrollnál (35. ábra).



35. ábra: A 3%-os lucernalisztes dúsítás (bal oldali zsák) és a kontroll (jobb oldali zsák) táptalaj azonos időpontban (*Agaricus bisporus*)



36. ábra: A ProMycel 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra *Agaricus bisporus* fajnál 5000, grammos kiszerezésű szubsztrátumon

A ProMycel dúsító esetében a termőrefordulás utáni 10. napig szedtem le a legnagyobb mennyiségeket és a 3%-os dúsítás volt a kiemelkedő (36. ábra). A kezelés 3%-os dúsításának két ismétlése kiegyenlítetten hozta az első hullámot (37. ábra).



37. ábra: Xerotherm módszerrel előállított táptalajon, ProMycellel 3%-ban dúsítva, *Agaricus bisporus* két ismétlése az első terméshullám elején

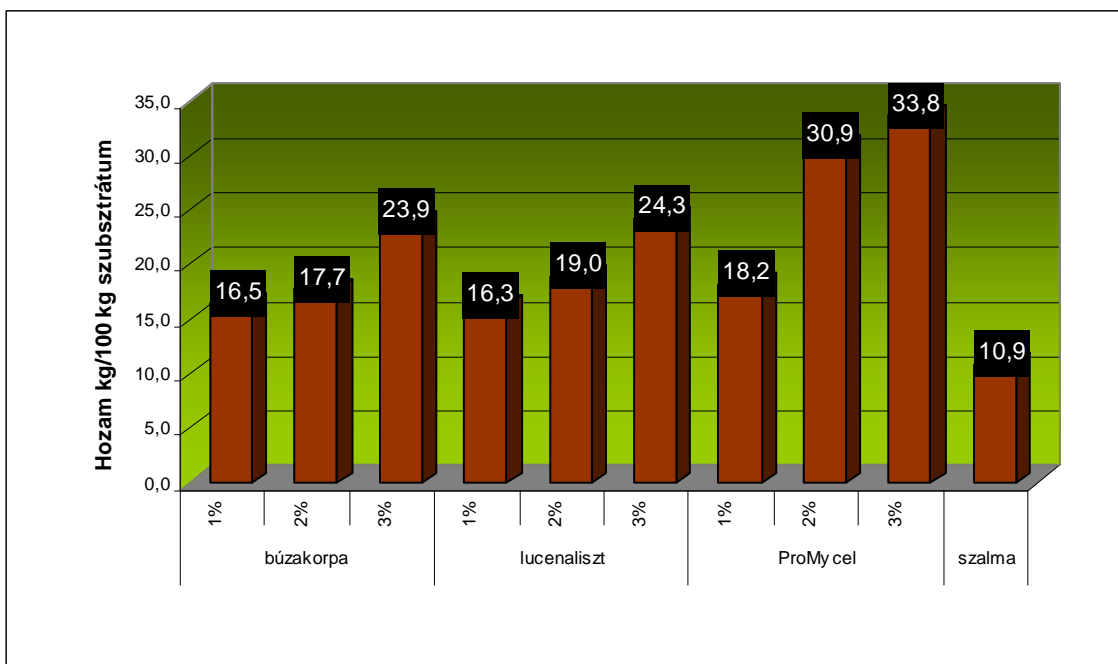
A kontroll táptalajon lassúbb volt a termőtest fejlődése a ProMycellel dúsított táptalajhoz viszonyítva (38. ábra).



38. ábra: A ProMycellel 3%-ban dúsított (bal oldali zsák) és kontroll (jobb oldali zsák) első hullámának alakulása azonos időpontban felvételezve (*Agaricus bisporus*)

A 39. ábrán látható az *Agaricus bisporus* fajjal 5000 grammos zsákban beállított kísérlet hozamának alakulása. A ProMycel 2 és 3%-os kezelés kimagaslóan jól termett, a dúsítás nélküli szalmáról ennek az egyharmadát, 10,9%-ot szedhettem le.

A dúsított táptalajok hozama minden esetben meghaladta a kontroll kezelés hozamát. A dúsítóanyagok töménységének változását a hozamok változása is követte, azaz több dúsító esetén több gombát szedtem.



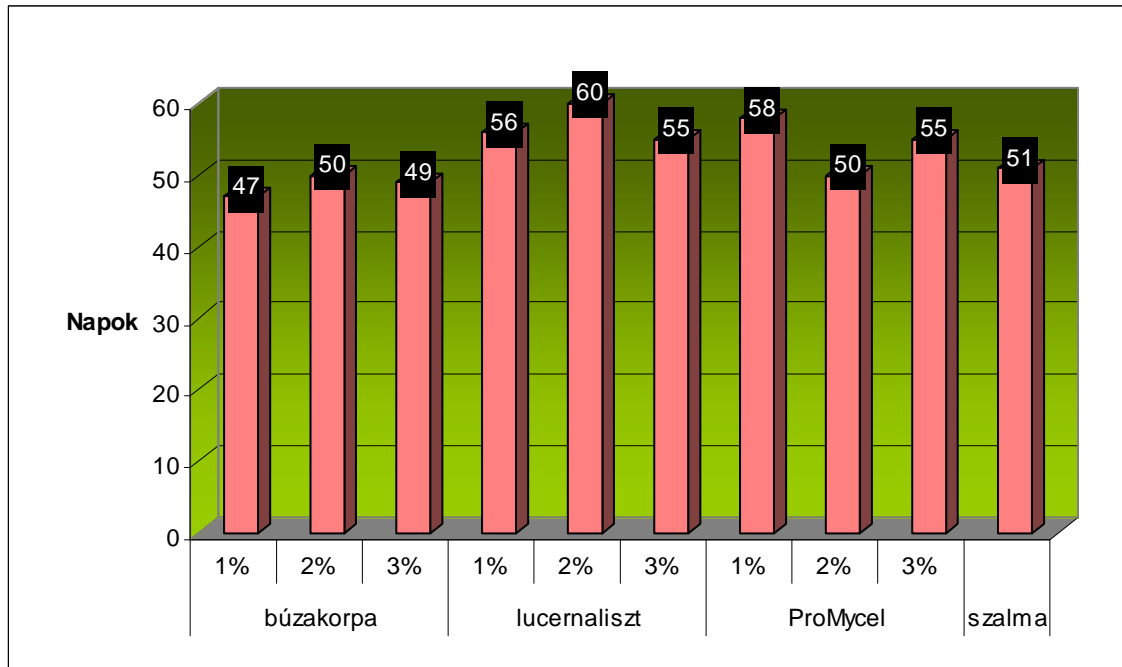
39. ábra: Az *Agaricus bisporus* hozamának alakulása a xerotherm eljárással előállított, dúsított, 5000 grammos kiserelésű szubsztrátumon

A 10. táblázatban láthatjuk, hogy a kezelések és a kontroll között $SzD_{5\%}$ -os szinten minden esetben szignifikáns különbség van. A búzakorpa esetében az 1 és 3%-os kezelés között is van szignifikáns különbség. A lucernaliszt dúsítónál csak az 1 és 2%-os töménység között nincs különbség. A ProMycel dúsítónál minden töménység esetében volt szignifikáns különbség 5%-os valószínűségi szinten.

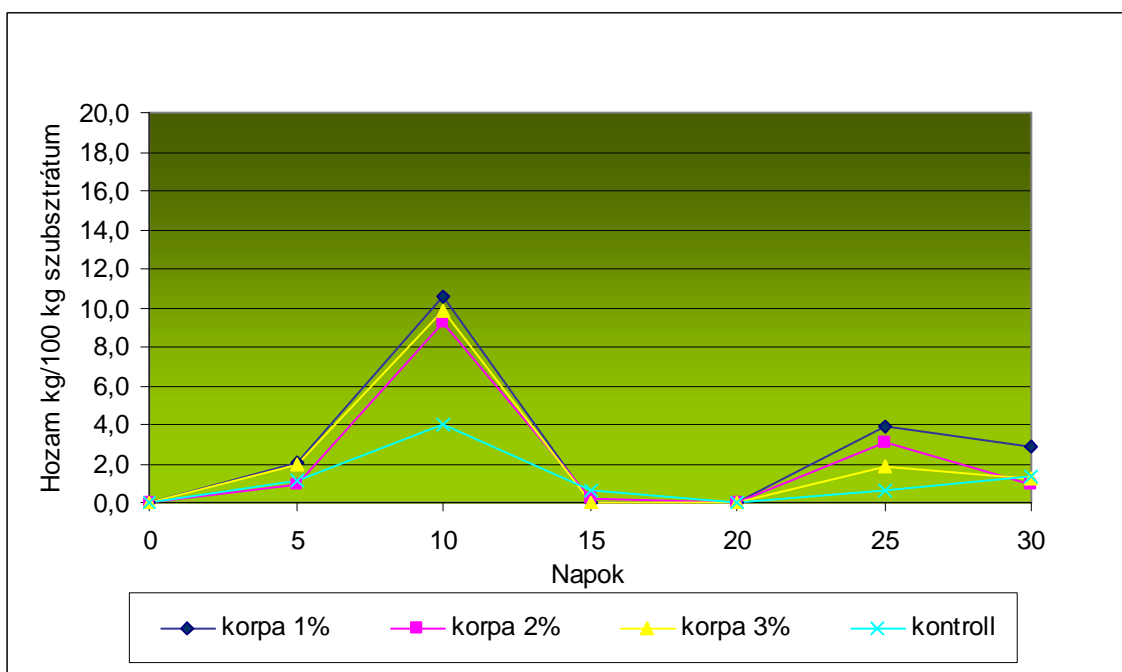
10. táblázat: A dúsítók hatása az *Agaricus bisporus* faj hozamára xerotherm eljárással előállított táptalajon (5000 gramm)

<i>Agaricus bisporus</i> hozama kg/100kg szubsztrátum			
DÚSÍTÓANYAGOK	búzakorpa	lucernaliszt	ProMycel
dúsítóanyagok 1%	16,5	16,3	18,2
dúsítóanyagok 2%	17,7	19,0	30,9
dúsítóanyagok 3%	23,9	24,3	33,8
kontroll	10,9		
szignifikáns	igen	Igen	igen
$SzD_{5\%}$	6,2	4,4	1,0

Az *Agaricus bitorquis* 5000 grammos kiszerelésű, szárazon hőkezelt szubsztrátumon az átszövődés elhúzódott, 28 és 39 nap alatti időszakban zajlott le. A termőrefordulás a 40-52. nap között volt. Az első szedéseket a csírázástól számított 47. (búzakorpa 1%) és 60. (lucernaliszt 2%) napon jegyeztem fel, amely a 40. ábrán látható.

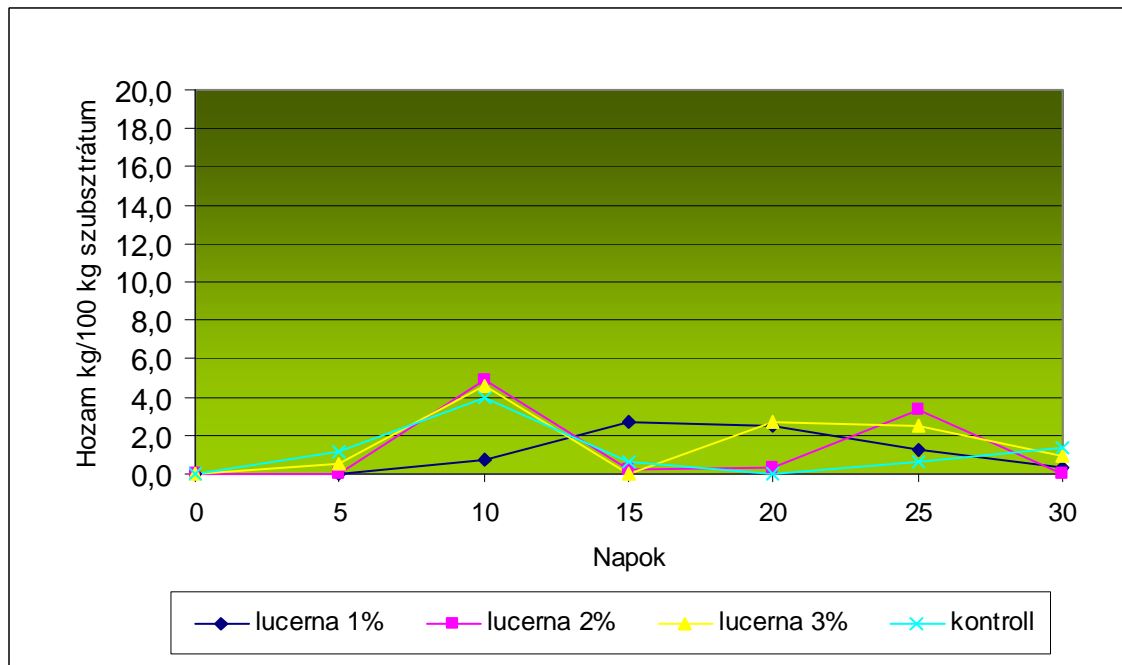


40. ábra: *Agaricus bitorquis* csírázásától az első szedésekig eltelt napok száma a xerotherm eljárással előállított és dúsított, 5000 grammos kiszerelésű táptalajon

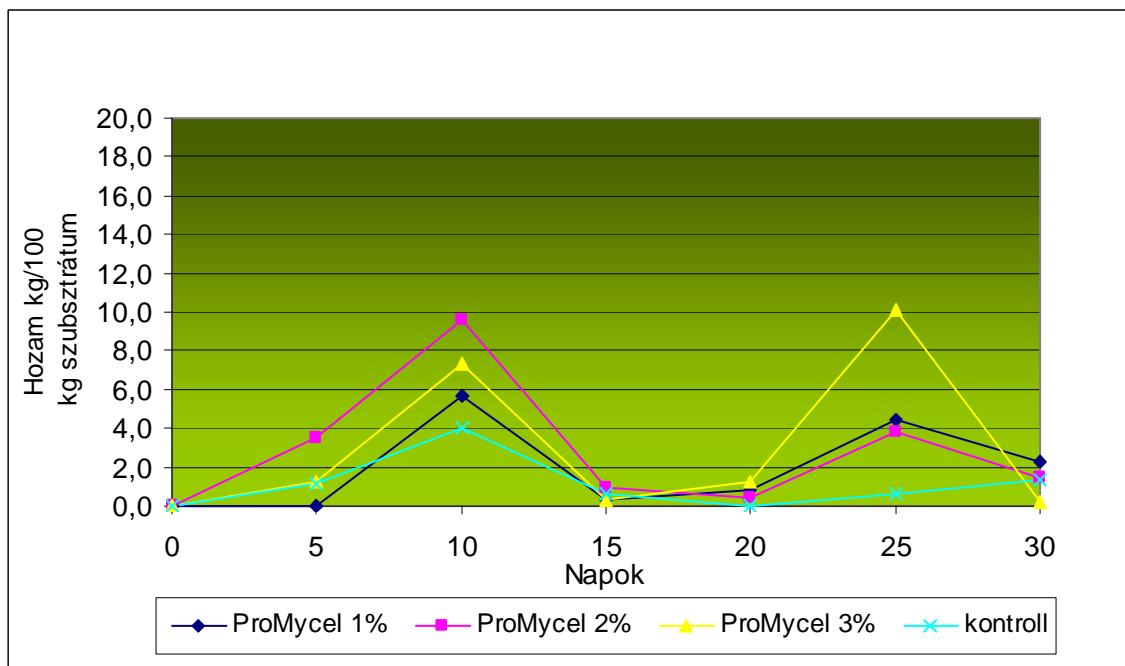


41. ábra: A korpa 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra *Agaricus bitorquis* fajnál, 5000 grammos kiszerelésű szubsztrátumon

Az éréslefutásokat a 41., 42. és 43. ábra mutatja. A búzakorpa dúsító 1%, 2% és 3% töménységénél a termőrefordulástól a 10. napig szedtem nagyobb mennyiségű gombát (41. ábra). A lucernaliszt dúsító 2%, 3% és kontroll kezelésnél a második 5 napos ciklusban szedtem le a legnagyobb mennyiségű gombát. Az 1%-os töménység szedése az előbbiekhöz viszonyítva később indult be (42. ábra).

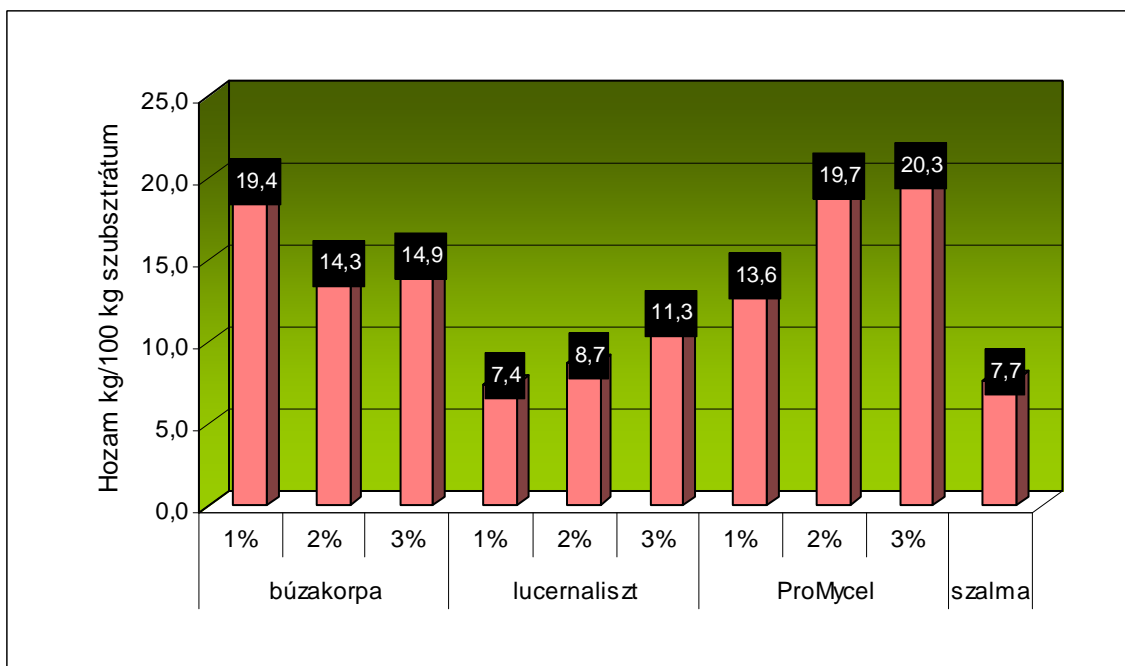


42. ábra: A lucernaliszt 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra *Agaricus bitorquis* fajnál, 5000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon



43. ábra: A ProMycel 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra *Agaricus bitorquis* fajnál, 5000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon

A ProMyceles dúsításnál az első nagyobb mennyiségű gombát két 5 napos ciklus alatt szedtem. A 20. és a 30. nap között ismét nagyobb mennyiség termett a kontroll kivételével (43. ábra).



44. ábra: Az *Agaricus bitorquis* hozama a xerotherm eljárással előállított és dúsított szubsztrátumon, 5000 grammos kiszerezésben



45. ábra: *Agaricus bitorquis* faj első ismétlésének termése xerotherm módszerrel előállított, 2%-os ProMyceles dúsítóval kevert táptalajon

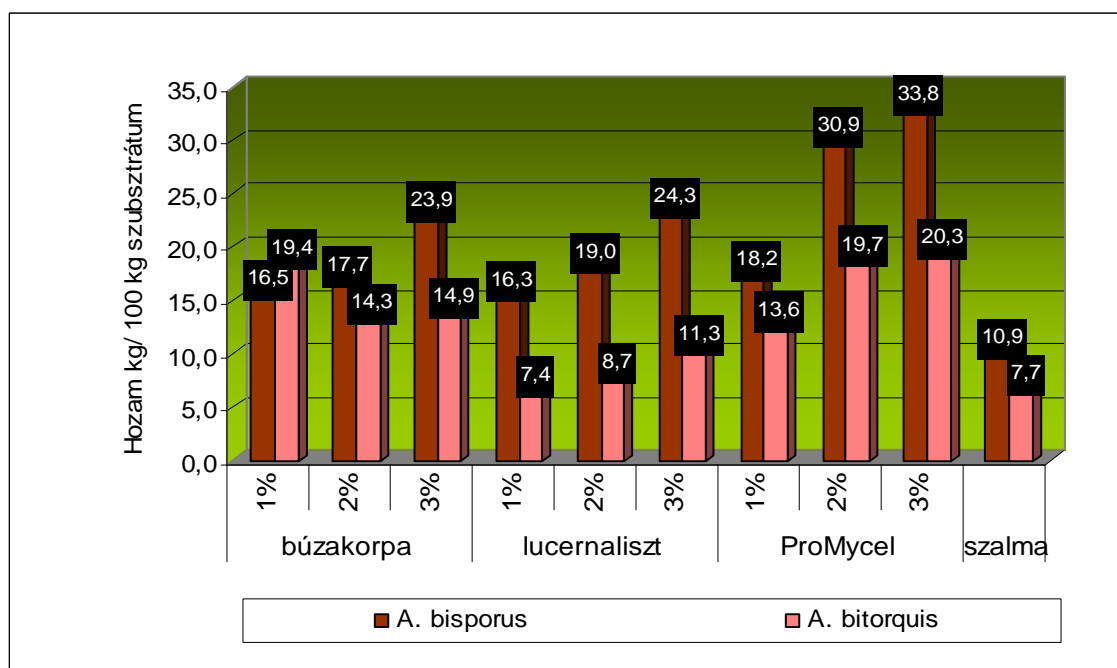
A legalacsonyabb, 7,4%-os hozamot az 1%-os lucernalisztes dúsításnál jegyeztem fel. Ez alacsonyabb volt a kontroll hozamánál is. A búzakorpa kezelések átlagosan 110%-kal, a lucernaliszt

kezelések 18,6%-kal, a ProMyceles kezelések 132,5%-kal teremték többet a kontrollnál. A búzakorpa kezelések töménységének változását nem követték a hozamok (44. ábra). Az 5000 grammos xerotherm módon előállított táptalajon az *Agaricus bitorquis* faj a legnagyobb termés hozamot, 20,3 %-ot a 3%-os ProMyceles kezelés mellett hozta (45. ábra).

11. táblázat: A dúsítók hatása az *Agaricus bitorquis* faj hozamára xerotherm eljárással előállított táptalajon (5000 gramm)

<i>Agaricus bitorquis</i> hozam kg/100kg szubsztrátum			
DÚSÍTÓANYAGOK	búzakorpa	lucernaliszt	ProMycel
dúsítóanyagok 1%	19,4	7,4	13,6
dúsítóanyagok 2%	14,3	8,7	19,7
dúsítóanyagok 3%	14,9	11,3	20,3
kontroll	7,7		
szignifikáns	nem	Nem	igen
SzD _{5%}	-	-	5,9

A 11. táblázat adataiból látható, hogy a kezelések közül csak a ProMycel kezelés hatására kapott hozamok különböztek szignifikánsan a kontrolltól. A ProMycel esetében az 1 és a 2%-os, az 1 és a 3%-os töménységek között van, a 2 és 3%-os között pedig nincs szignifikáns különbség. A lucernaliszttel és búzakorpával dúsított szubsztrátumok hozamai nem különböznek szignifikánsan a kontrollétól.



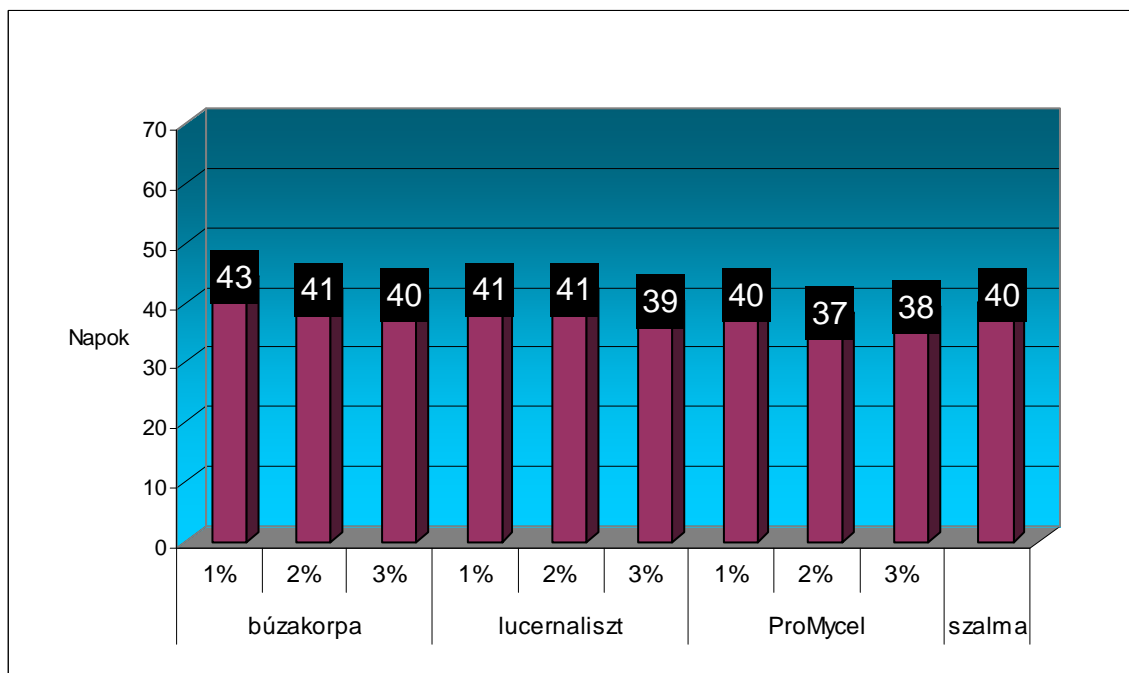
46. ábra: A xerotherm hőkezelési eljárással előállított és dúsított táptalajon termelt *Agaricus bisporus* és *Agaricus bitorquis* hozamának összehasonlítása

A 46. ábrán látható, hogy a xerotherm hőkezeléssel előállított szubsztrátumon az *Agaricus bisporus* messzemenően jobb hozamokat adott az *Agaricus bitorquis*nál, a korpa 1% kivételével. Ebben a két kísérletben a legnagyobb különbséget a hozamszintet illetően a lucernaliszt kezelésnél figyeltem meg. 115 és 120% közötti volt a termésthöbbllet az *Agaricus bitorquis* hozamszintjéhez viszonyítva. A ProMycel esetében 34 és 66% közötti, a búzakorpánál 24 és 61% közötti termésthöbblletet adott, és egy esetben, a búzakorpa 1%-os adagolásánál 15,1%-kal termett kevesebbet az *Agaricus bisporus*.

4.3. Mikrobiológiai hőkezelési módszerrel előállított táptalajon lefolytatott kísérletek

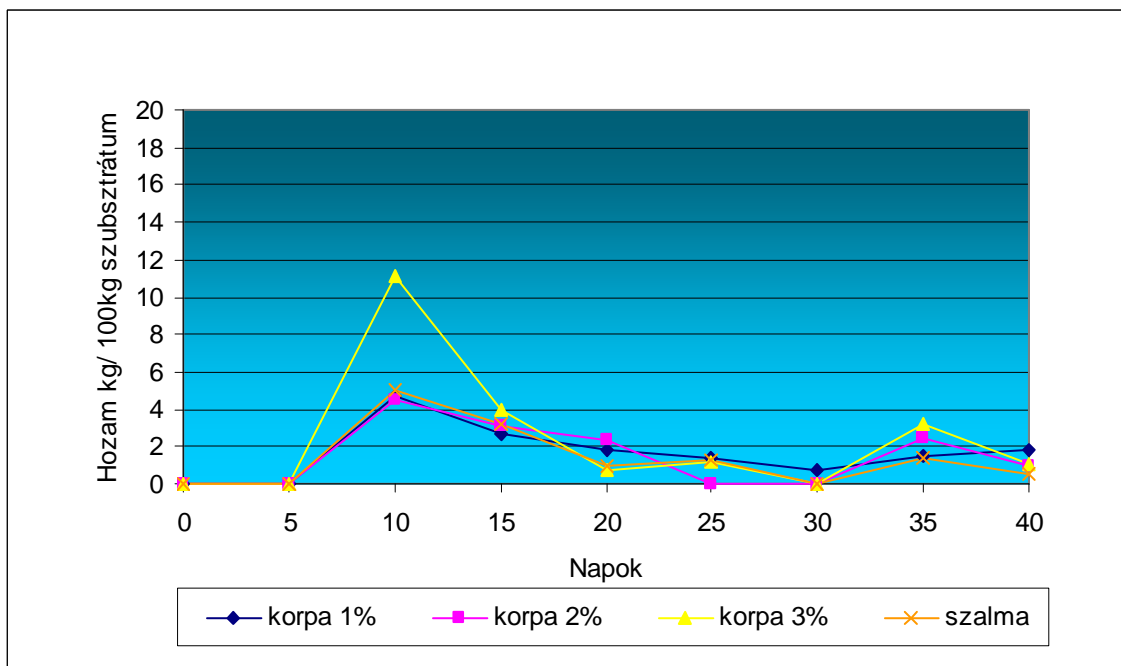
4.3.1. A 2000 grammos kiszerelésben beállított kezelések

Agaricus bisporus-szal beoltott, 2000 grammos kiszerelésű mikrobiológiai hőkezeléssel előállított táptalajon az átszövődés a csírázástól számított 18. és 24. nap között ment végbe. A termőrefordulást a 30. és 36. nap között figyeltem meg. Az első szedések idejét a 47. ábra mutatja. Leghamarabb a ProMycel 2% kezelésről (37. nap), legkésőbb a búzakorpa 1%-os kezelésről (43. nap) szedtem gombát.

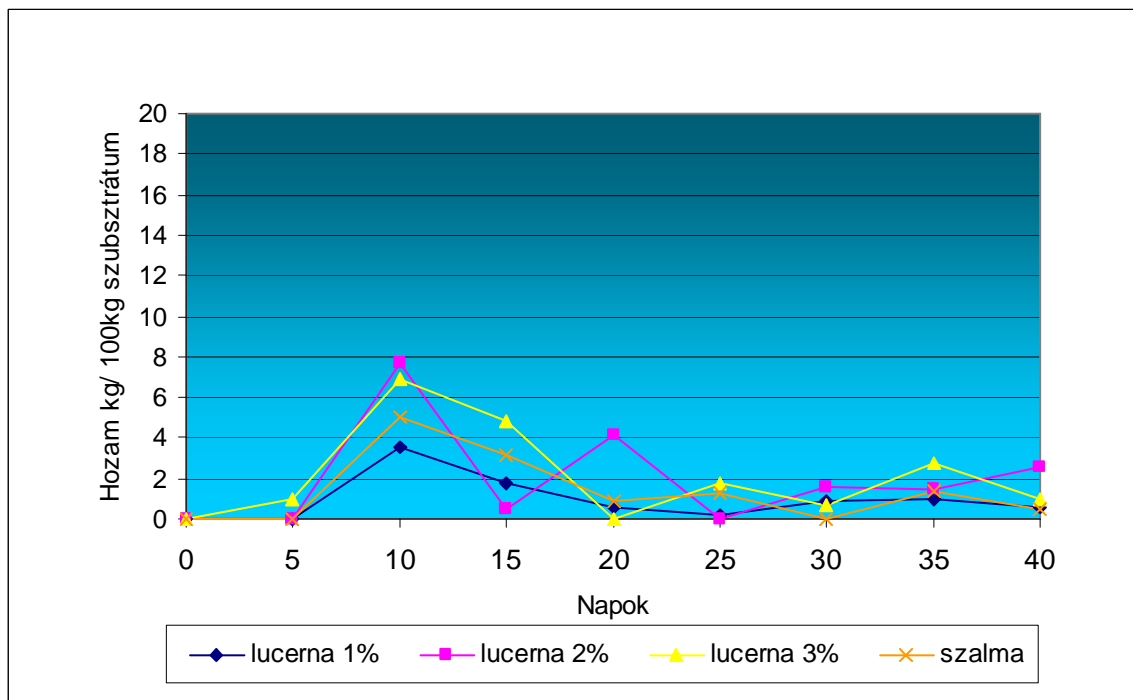


47. ábra: *Agaricus bisporus* csírázásától az első szedésekig eltelt napok száma a mikrobiológiai eljárással előállított és dúsított, 2000 grammos kiszerelésű táptalajon

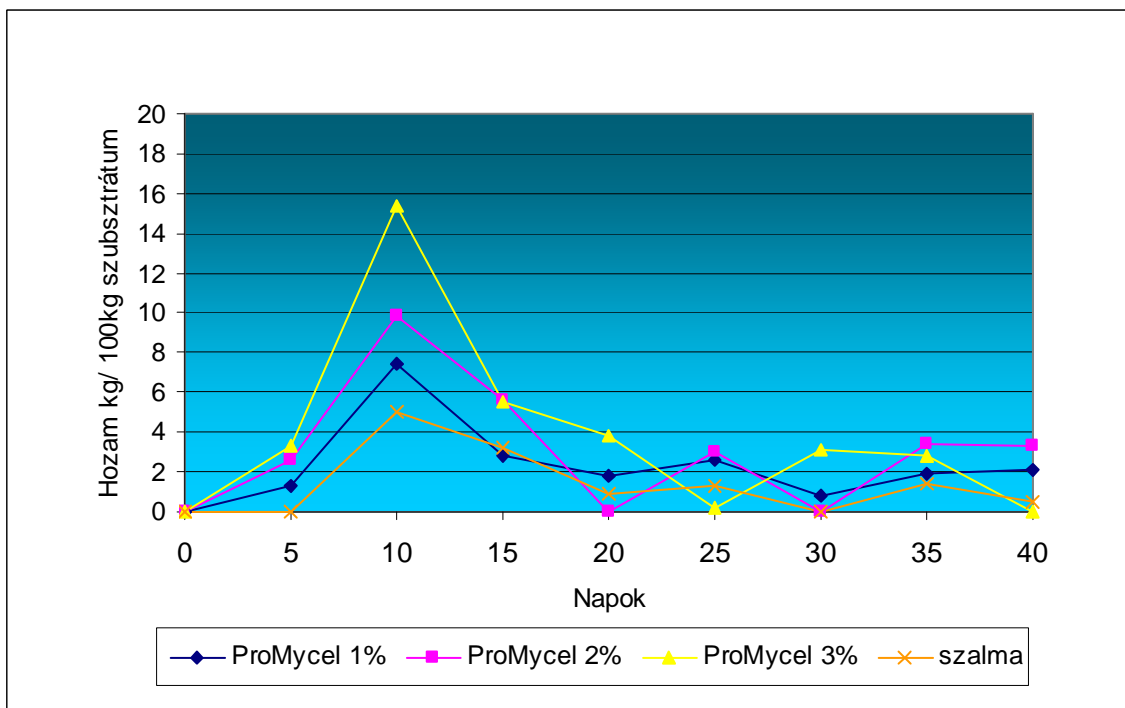
Az éréslefutások a dúsítókkal különböző töménységben kevert, 2000 grammos kiszerelésű táptalajokon a 48., 49. és 50. ábrán láthatók.



48. ábra: A búzakorpa 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a terméslefutásra *Agaricus bisporus* fajnál, 2000 grammos kiszerezésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon



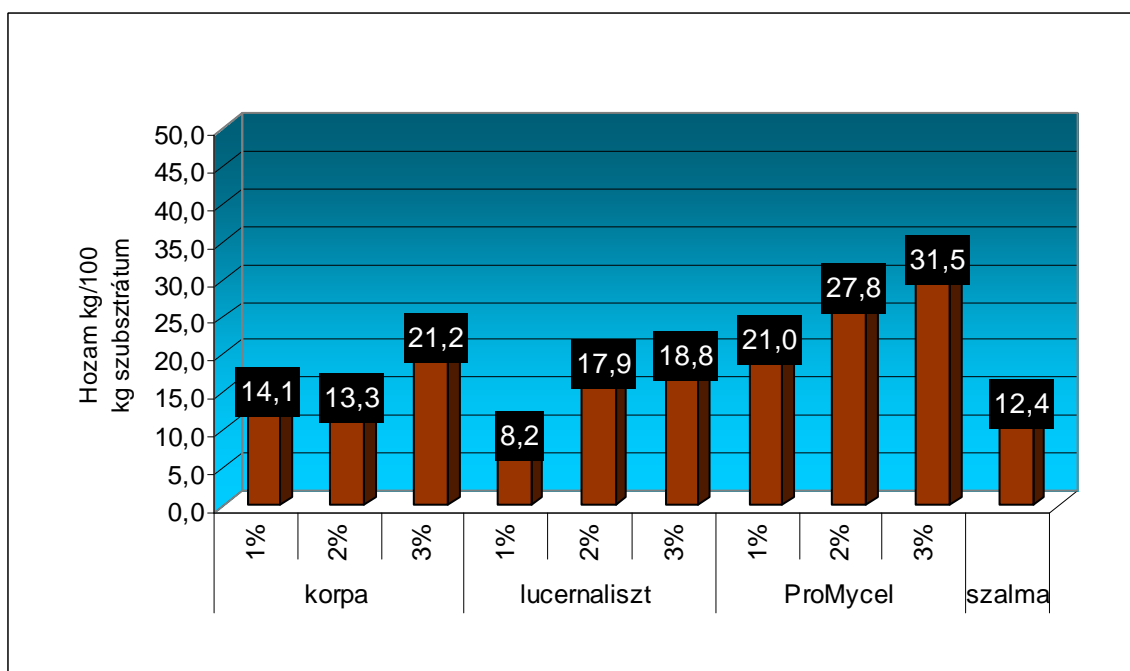
49. ábra: A lucernaliszt 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a terméslefutásra *Agaricus bisporus* fajnál 2000 grammos kiszerezésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon



50. ábra: A ProMycel 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a termésléfutásra *Agaricus bisporus* fajnál 2000 grammos kiszerezésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon

A búzakorpa kezeléseknél a termőrefordulástól számított 10. napon belül a 3%-os töménységnél szedtem nagyobb mennyiségű gombát. A többi töménységnél és a kontrollnál nem volt ilyen kiugró 5 napos ciklus a szedésmennyiségeket tekintve (48. ábra).

A 49. ábra szerint a lucernaliszttel 2%-ban való dúsításnál a termőrefordulást követő 10. napig tartó ciklusban szedtem le a legnagyobb mennyiségű gombát. Nem sokkal maradt el a lucerna 3%-os dúsítás hozama. A kontroll 5 napos szedési ciklusának legmagasabb hozamszintje jobb volt az 1%-os dúsításnál. Az 50. ábra szerint a ProMycellel való kezelésnél a második 5 napos ciklusban érte el a leszedett gombamennyiség a legmagasabb szintet.



51. ábra: *Agaricus bisporus* hozamai a különböző dúsítások hatására mikrobiológiai módszerrel előállított, dúsított, 2000 grammos kiserelésű szubsztrátumon

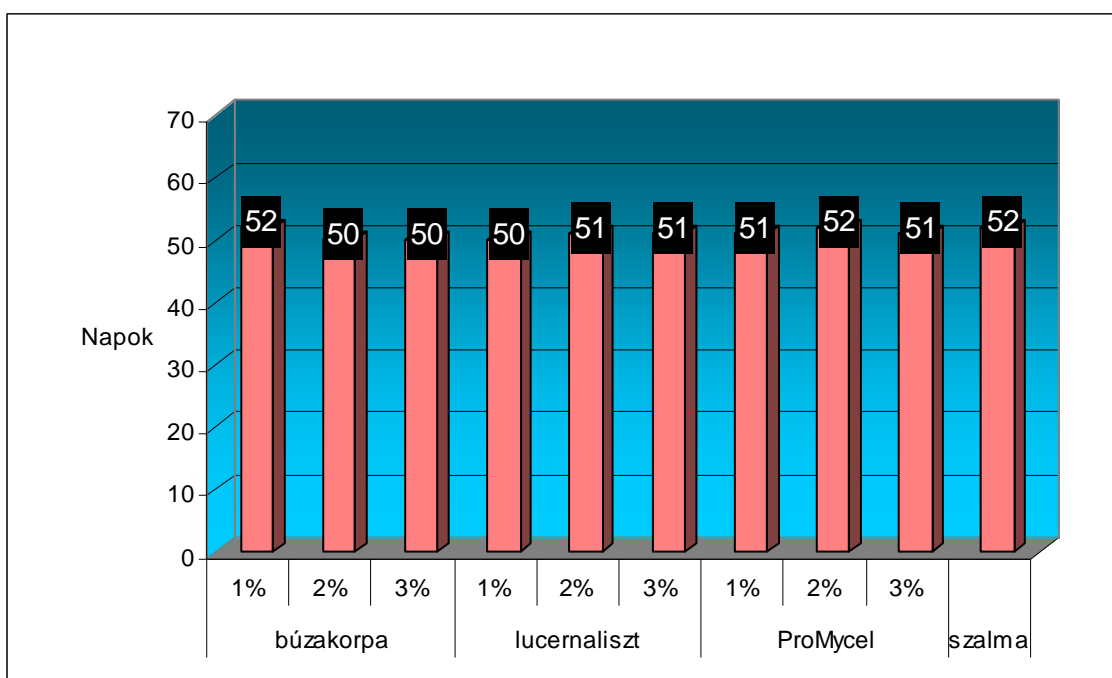
A 2000 grammos kiserelésű dúsított táptalajon az *Agaricus bisporus* hozamai dúsítóanyagoként és az adagolás mértékétől függően is igen eltérőek voltak (51. ábra). Legkevesebbet, 8,5 kg/100 kg táptalajra vonatkoztatva az 1%-ban lucernaliszttel, a legtöbbet, 31,5 kg/100 kg táptalajra vonatkoztatva ProMycel-el 3%-ban kevert szalma adta. A kontroll kezelés 12,4%-os hozamával ennél a kísérletnél nem a leggyengébben termő kezelés volt. A korpa a három töménységet tekintve átlagosan 31%-kal, a lucernaliszt 21%-kal, a ProMycel 116%-kal termett többet a kontrollnál. A hozamokat varianciaanalízis módszerével elemeztem, SzD5%-os szinten szignifikáns különbség volt a kezelések és a kontroll között (12. táblázat).

12. táblázat: A dúsítók hatása az *Agaricus bisporus* faj hozamára mikrobiológiai eljárással előállított táptalajon (2000 gramm)

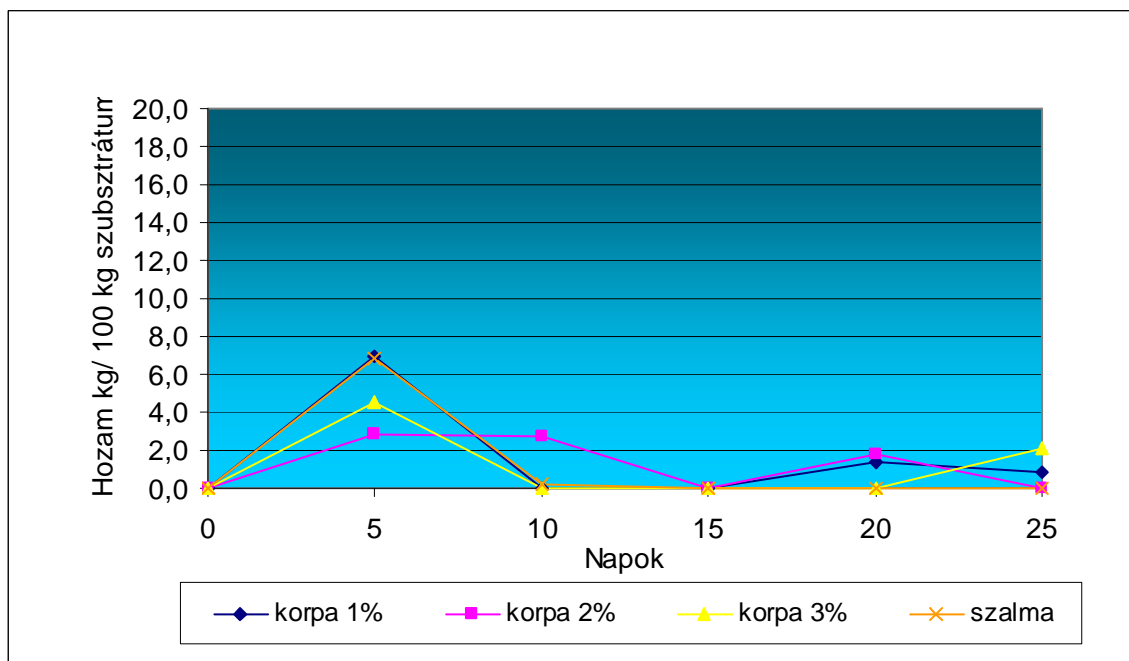
<i>Agaricus bisporus</i> hozama kg/100 kg szubsztrátumon			
DÚSÍTÓANYAGOK	búzakorpa	lucernaliszt	ProMycel
dúsítóanyagok 1%	14,1	8,3	21,0
dúsítóanyagok 2%	13,3	17,9	27,8
dúsítóanyagok 3%	21,3	18,8	31,5
kontroll	12,4		
szignifikáns	igen	Igen	igen
SzD _{5%}	1,7	1,3	1,8

A búzakorpa adagolásánál az 1 és 2%-os töménység között nem volt szignifikáns különbség. Szintén nem volt szignifikáns különbség a lucernaliszt 2 és 3%-os adagolás hatására. A ProMycel dúsító használatakor minden töménység esetében volt szignifikáns különbség.

A 2000 grammos kiszerezésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumot az *Agaricus bitorquis* faj micéliuma 29 és 31 nap között átszőtte. Annak ellenére, hogy az átszőződés igencsak elhúzódott, a termőrefordulás és az első szedések időpontja egységesnek volt mondható, a 44-48. nap, illetve az 50-52. nap között zajlott le. Az első szedésekig eltelt napok száma részletesen az 52. ábrán látható.

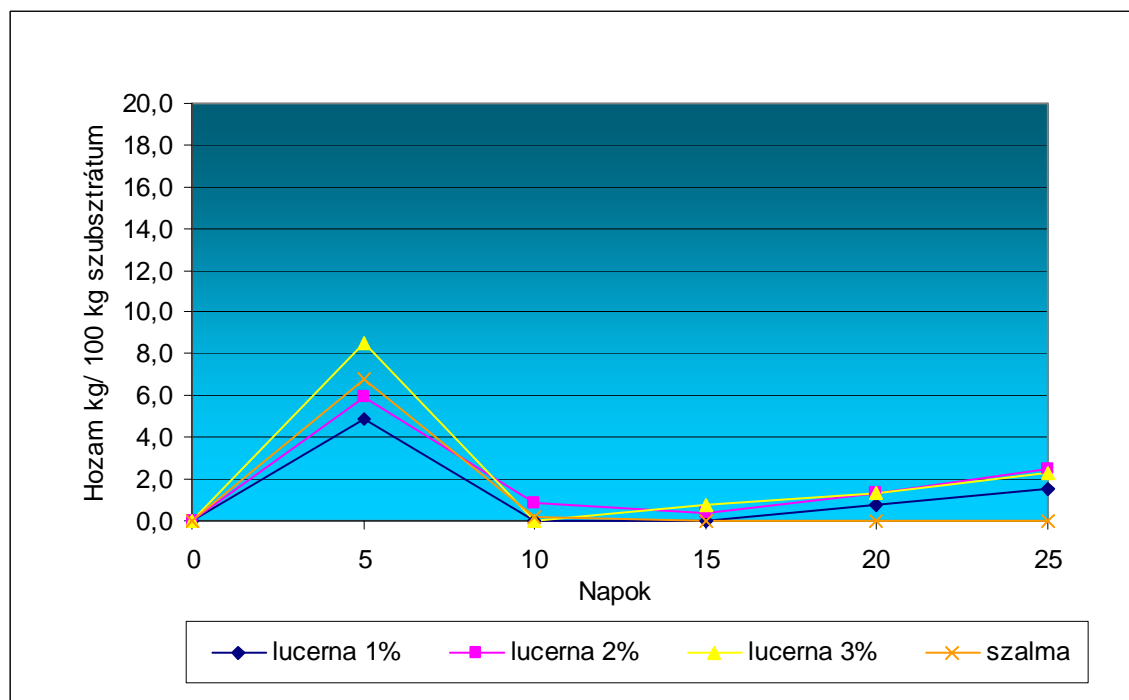


52. ábra: *Agaricus bitorquis* csírázásától az első szedésekig eltelt napok száma a mikrobiológiai eljárással előállított és dúsított, 2000 grammos kiszerezésű táptalajon

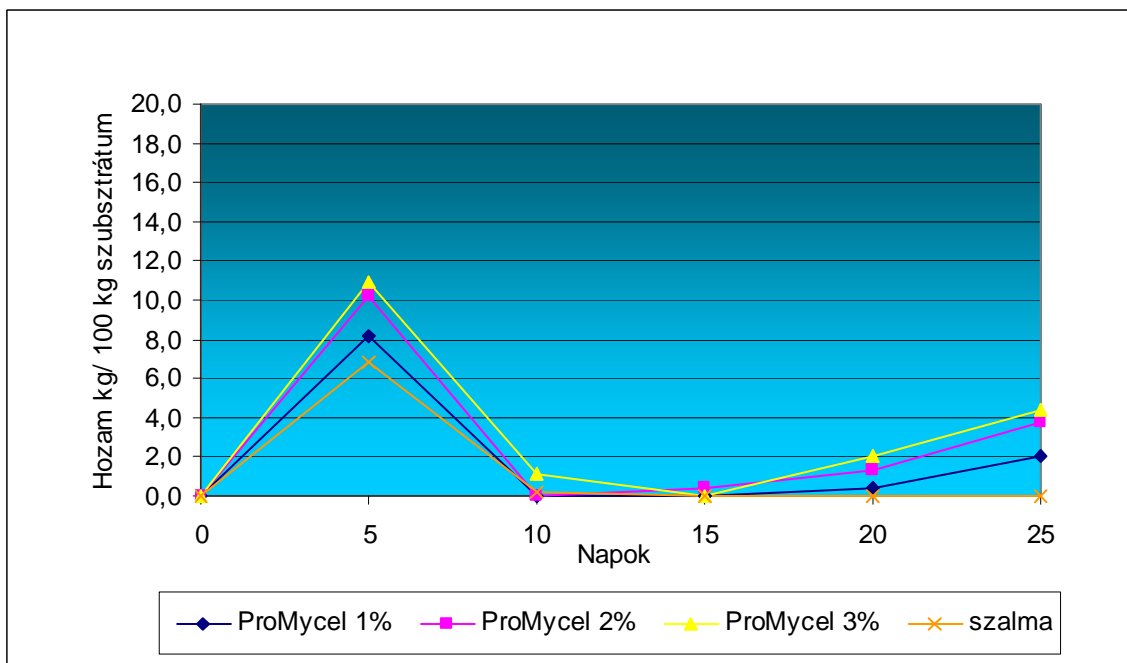


53. ábra: A búzakorpa 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a terméslefutásra *Agaricus bitorquis* fajnál 2000 grammos kiszerelésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon

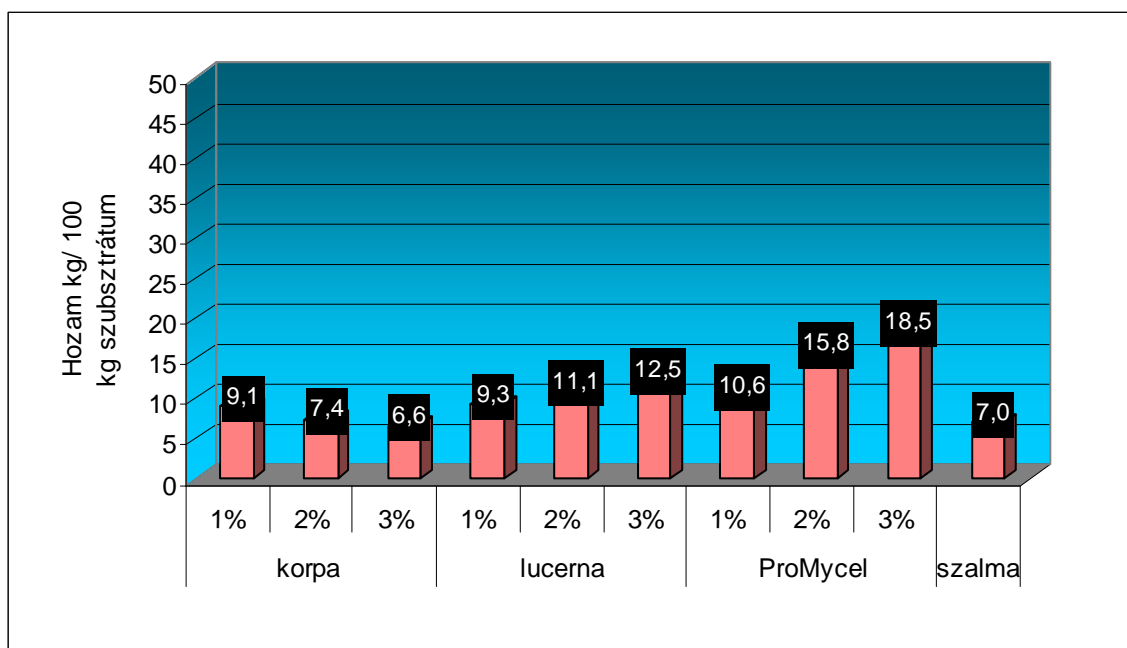
A búzakorpa dúsító és kontroll esetében az első hullám 5 napja alatt szedtem le a legtöbb gombát, kivéve a 2%-os dúsítónál, ahol ez 10 nap alatt történt (53. ábra). A lucernaliszt dúsítónál az első 5 napos ciklusban szedtem le a legnagyobb tömegű gombát (54. ábra). Az 1 és 2%-os dúsítás első 5 napos ciklusának esetében az előbbieket termésszintje alacsonyabb volt a kontrollénál.



54. ábra: A lucernaliszt 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a terméslefutásra *Agaricus bitorquis* fajnál 2000 grammos, mikrobiológiai módszerrel előállított táptalajon



55. ábra: A ProMycel 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a terméslefutásra *Agaricus bitorquis* fajnál, 2000 grammos kiszerezésű, mikrobiológiai módszerrel előállított táptalajon



56. ábra: *Agaricus bitorquis* hozamai a különböző dúsítások hatására mikrobiológiai módszerrel előállított, dúsított, 2000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon

A ProMycel dúsításnál a legnagyobb szedés az első 5 napos ciklusban megtörtént. Minden töménység jobban teljesített a kontrollnál ebben az időszakban (55. ábra).

Az *Agaricus bitorquis* fajjal oltott 2000 grammos, nedvesen hőkezelt táptalaj esetében is megfigyelhető, hogy a legmagasabb hozamot (18,5 kg/100 kg szubsztrátum) a 3%-ban dúsított

ProMyceles kezelés adta, 164%-kal magasabbat a kontrollnál (56. ábra). Legkevesebbet (6,6 kg/100 kg szubsztrátum) a korpa 3%-os kezelése teremt, amitől a szalma kezelés 0,4 kilogrammal, 6%-kal (100 kg szubsztrátumra vetítve) többet termelt. A korpa dúsító töménységének növelésével romlott a hozamszint. Az összes dúsító összes töménységének átlagában 60%-kal termelt többet a kontrollnál.

A hozamokat varianciaanalízis módszerével elemeztem, SzD_{5%}-os szinten szignifikáns különbség volt kezelések és a kontroll között (13. táblázat). Ezen kívül szignifikáns különbség volt minden kezelés minden töménysége között is.

13. táblázat: A dúsítók hatása az *Agaricus bitorquis* faj hozamára mikrobiológiai eljárással előállított táptalajon (2000 gramm)

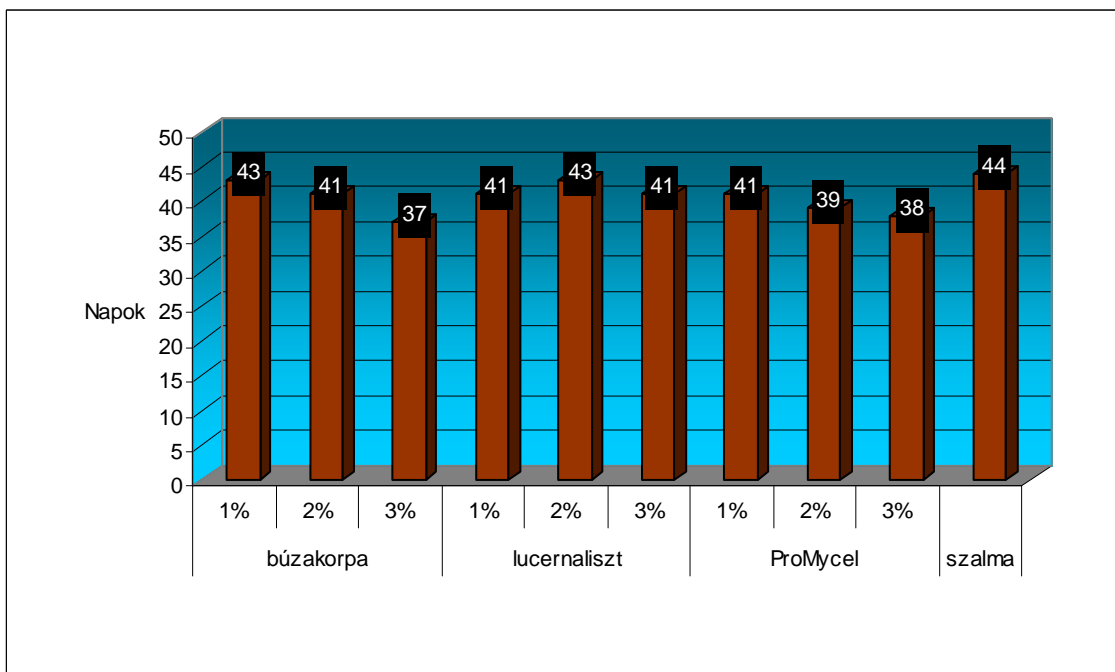
<i>Agaricus bitorquis</i> hozama kg/100 kg nedves szubsztrátumon			
DÚSÍTÓANYAGOK	búzakorpa	lucernaliszt	ProMycel
dúsítóanyagok 1%	9,1	9,3	10,6
dúsítóanyagok 2%	7,4	11,1	15,8
dúsítóanyagok 3%	6,6	12,5	18,5
szalma	7,0		
szignifikáns	igen	Igen	igen
SzD _{5%}	0,73	0,78	1,99

4.3.2. Az 5000 grammos kiszerelésben beállított kezelések

Az *Agaricus bisporus* fajnál a zsákok szövődése 18 és 25 nap között lezajlott. A termőrefordulást a 32. napon, az első szedéseket a 37. és 44. nap között jegyeztem fel (57. ábra). A szedés némely kezelésnél később indult (58. ábra).

A búzakorpa dúsító esetében az első nagy mennyiségű gombát a termőrefordulástól számított 10. napig leszedtem. A 2%-os dúsítás adta a legmagasabb termésszintet ebben a ciklusban (59. ábra). A lucernalisztes dúsítás esetében az első nagy mennyiségű gombát szintén a 10. napig szedtem le. Legtöbbet a 3%-os dúsítás, legkevesebbet a kontroll adott le ebben az időszakban. A 60. ábrán látható, hogy az első 10 napos ciklusban mindhárom dúsítás esetében a legnagyobb termésmennyiséget leszedtem.

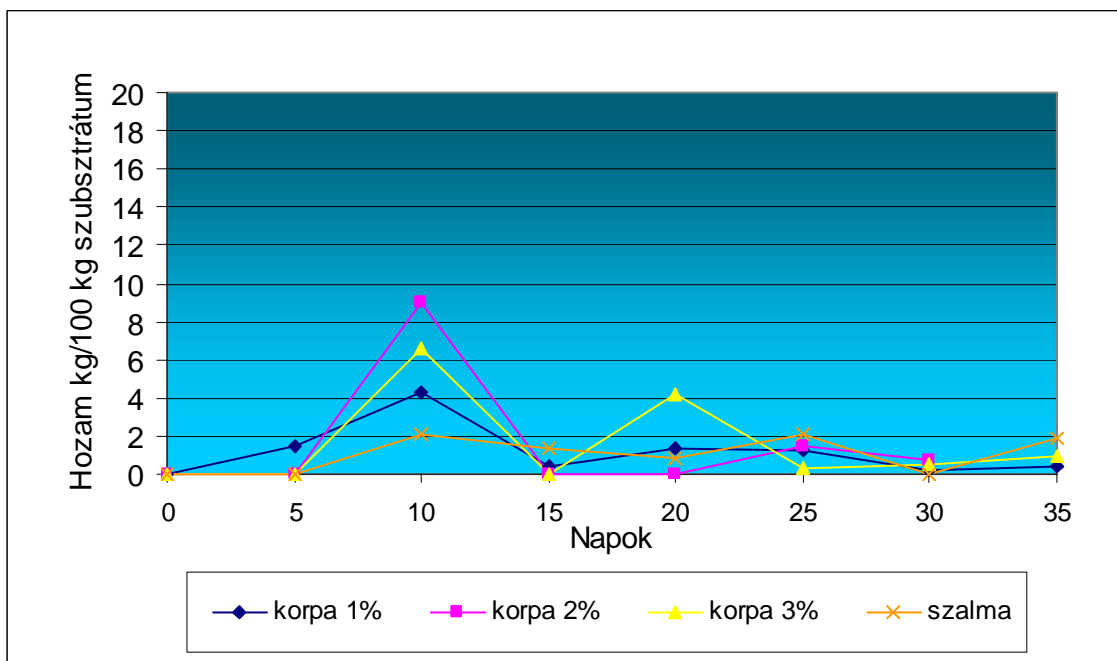
A ProMycel mindhárom dúsítása esetében a termés zömét a 15. napig leszedtem. Megfigyelhető, hogy egy második és harmadik hullám is kialakult, szintén mindhárom töménység esetében. A kontroll hozama minden esetben elmaradt a dúsított táptalajétól (61. ábra).



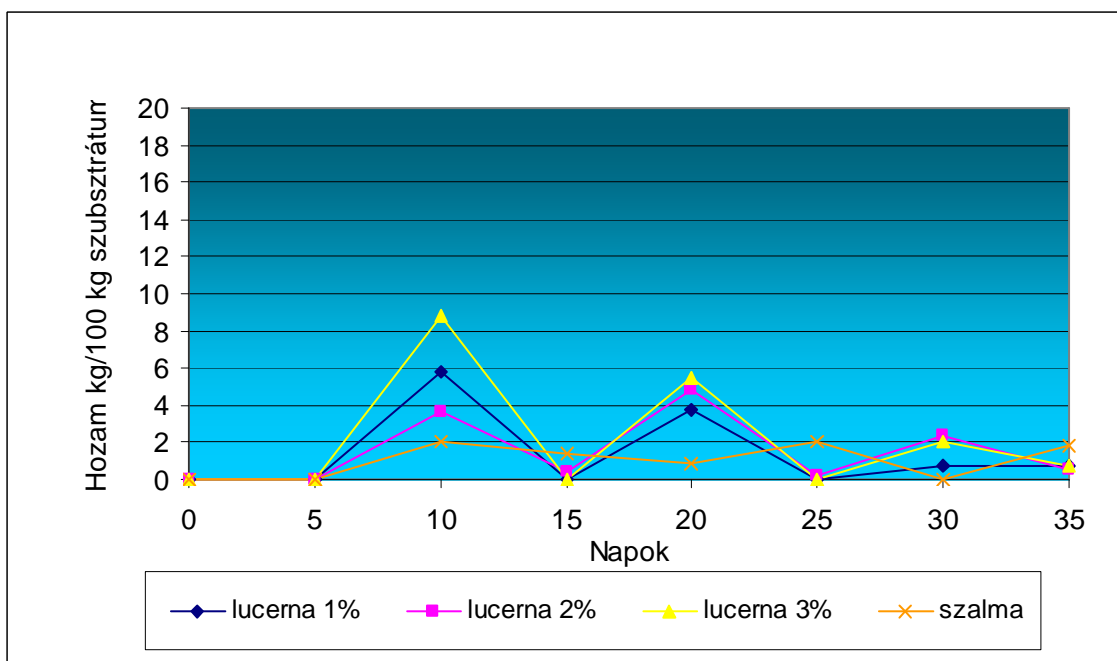
57. ábra: *Agaricus bisporus* csírázásától az első szedésekig eltelt napok száma a mikrobiológiai módszerrel előállított és dúsított, 5000 grammos kiszerezésű táptalajon



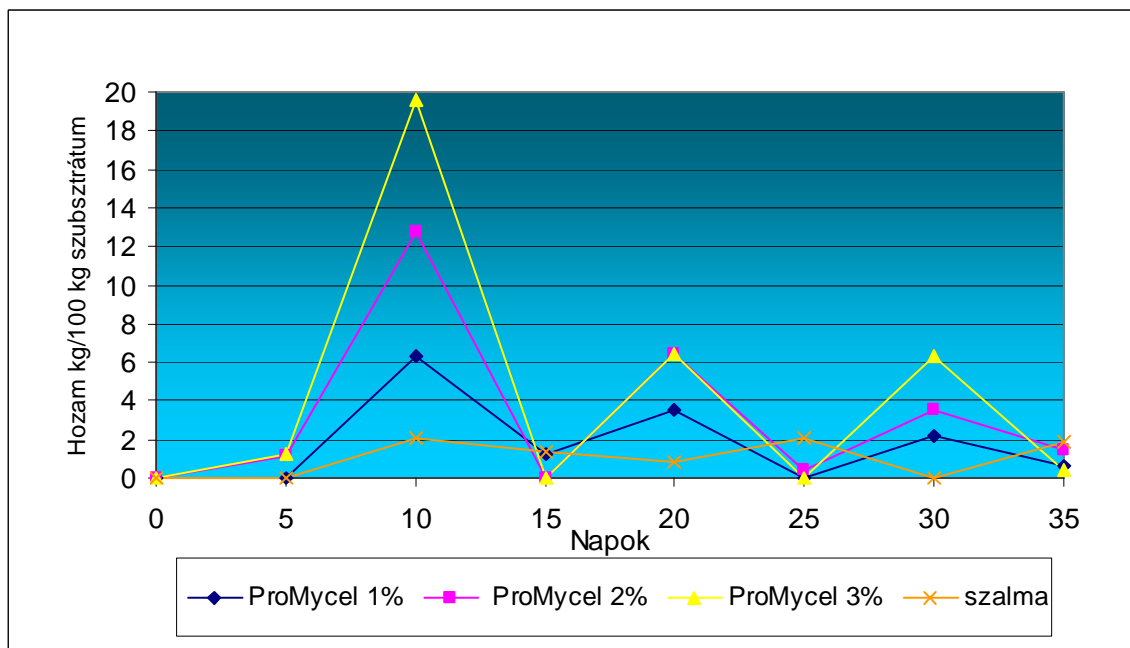
58. ábra: *Agaricus bisporus* termőtestek a dúsítás hatására eltérő időpontokban váltak szedésre éretté



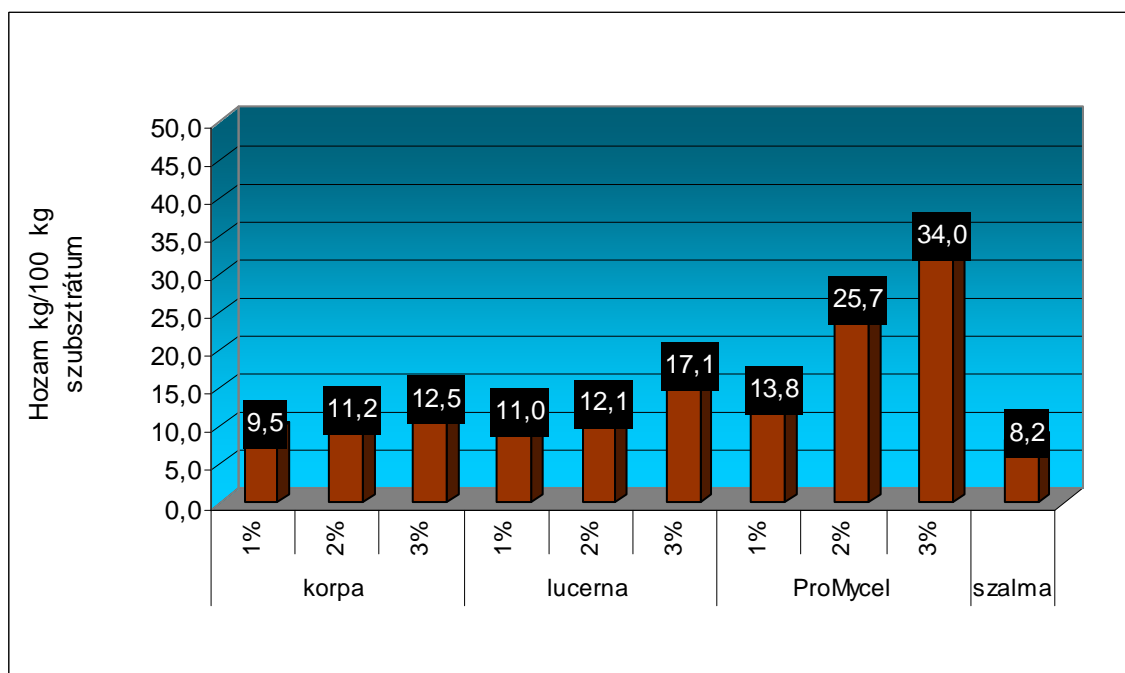
59. ábra: A búzakorpa 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a terméslefutásra *Agaricus bisporus* fajnál 5000 grammos kiszerelésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon



60. ábra: A lucernaliszt 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a terméslefutásra *Agaricus bisporus* fajnál 5000 grammos kiszerelésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon



61. ábra: A ProMycel 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a terméslefutásra *Agaricus bisporus* fajnál 5000 grammos kiszerelésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon



62. ábra: *Agaricus bisporus* hozamai a különböző dúsítások hatására mikrobiológiai módszerrel előállított, dúsított, 5000 grammos kiszerelésű szubsztrátumon

Mikrobiológiai módszerrel előállított és *Agaricus bisporus* fajjal beoltott 5000 grammos kísérletnél a 3%-os ProMyceles kezelés adta a legmagasabb, 34,0%-os hozamot (62. ábra).



63. ábra: *Agaricus bisporus* faj második ismétlése mikrobiológiai módszerrel előállított táptalajon, 2%-os ProMycel-es dúsítás határára magas hozamot adott (2000 grammos kiszerezés)

Második legmagasabb hozama (25,7 %) a 2%-os ProMycel keveréknek volt (63. ábra). Legalacsonyabb - 8,2%-os - hozamot a szalma táptalaj mutatott. Minden kezelés magasabb hozamot adott a szalmánál (8,2%), az összes kezelés az összes töménység hozamának átlagában 99%-kal termett többet.

Az *Agaricus bisporus*-nál a búzakorpás kezelés kivételével valamennyi szedés esetében szignifikáns termésnövekedés volt tapasztalható a kontrollhoz viszonyítva (14. táblázat). A lucernaliszt 1 és 2%-os töménység hozama között nem volt, de a többi töménység és a ProMycel összes töménysége között volt szignifikáns különbség.

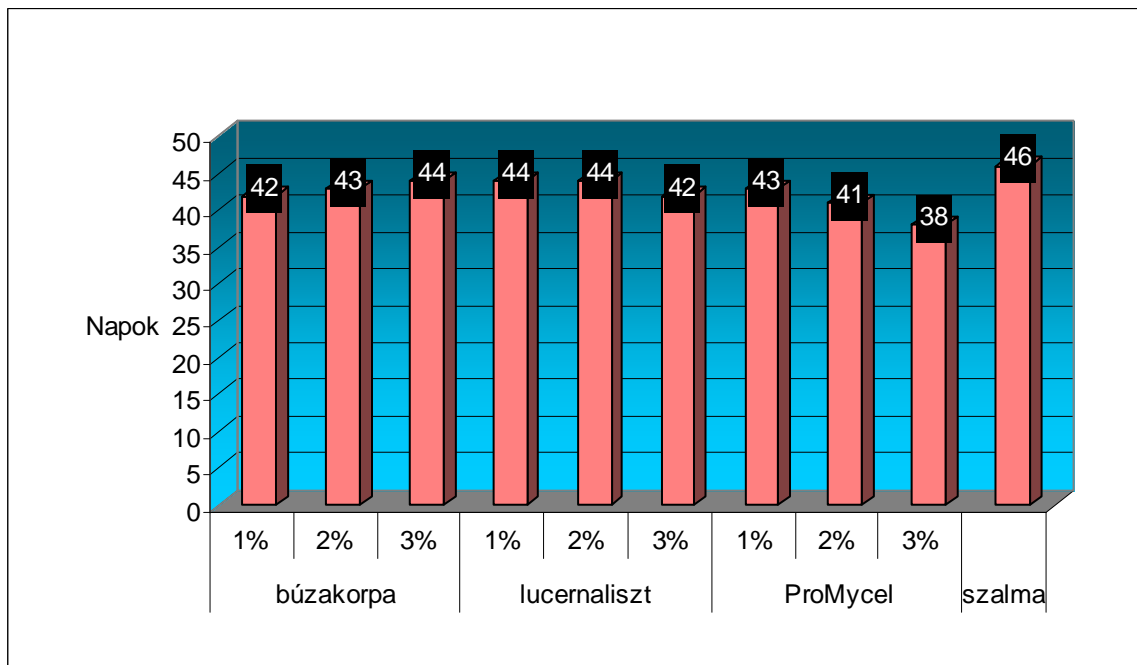
14. táblázat: A dúsítók hatása az *Agaricus bisporus* faj hozamára mikrobiológiai eljárással előállított táptalajon (5000 gramm)

<i>Agaricus bisporus</i> hozama kg/100 kg nedves szubsztrátumon			
DÚSÍTÓANYAGOK	búzakorpa	lucernaliszt	ProMycel
dúsítóanyagok 1%	9,5	11,0	13,8
dúsítóanyagok 2%	11,2	12,1	25,7
dúsítóanyagok 3%	12,5	17,1	34,0
kontroll	8,2		
szignifikáns	nem	Igen	igen
SzD _{5%}	-	2,27	6,91

Az *Agaricus bitorquis* fajjal beoltott mikrobiológiai módszerrel előállított, 5000 grammos kiszerezésű táptalaj a leggyorsabban, 19 nap alatt a ProMycel 3%-os, a leglassabban, 27 nap alatt a szalma kezelésnél szövődött át. A zsákok három szinten voltak elhelyezve (64. ábra).

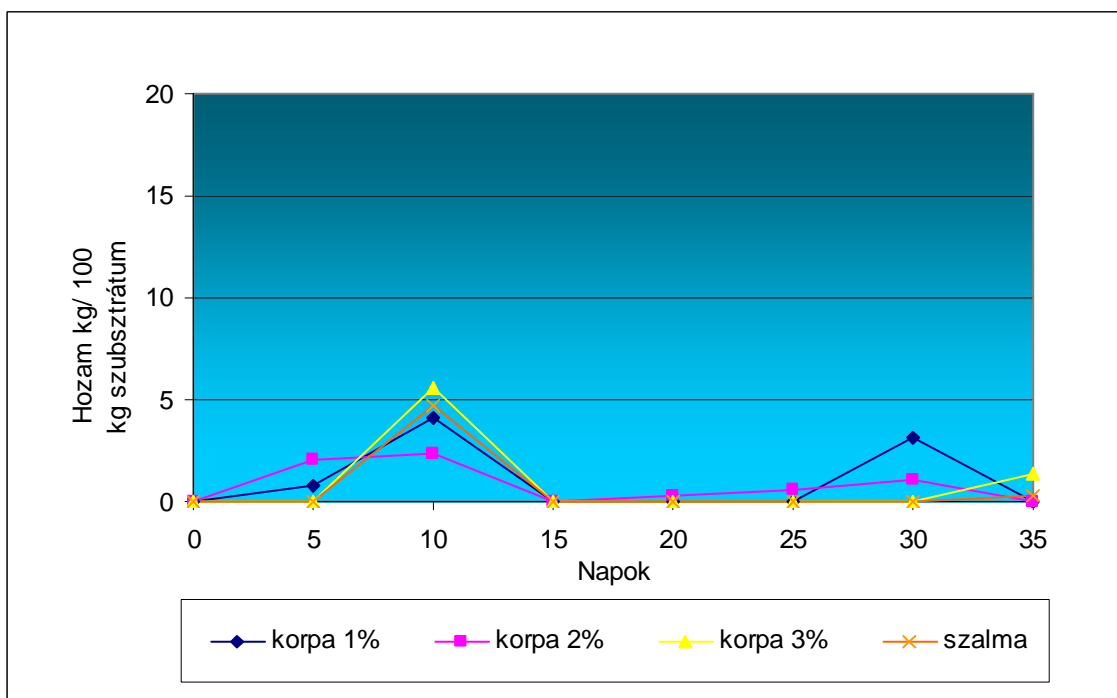


64. ábra: *Agaricus bitorquis* 5000 grammos zsákok takarás után, letermesztésre elhelyezve

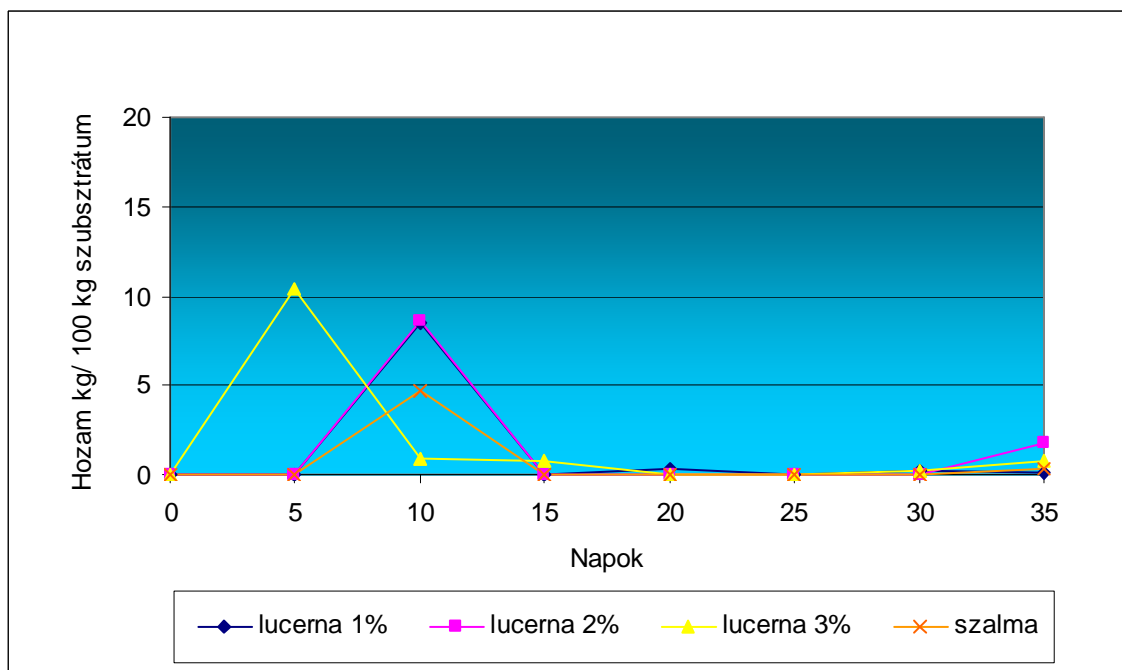


65. ábra: *Agaricus bitorquis* csírázásától az első szedésekig eltelt napok száma a mikrobiológiai eljárással előállított és dúsított, 5000 grammos kiszerezésű táptalajon

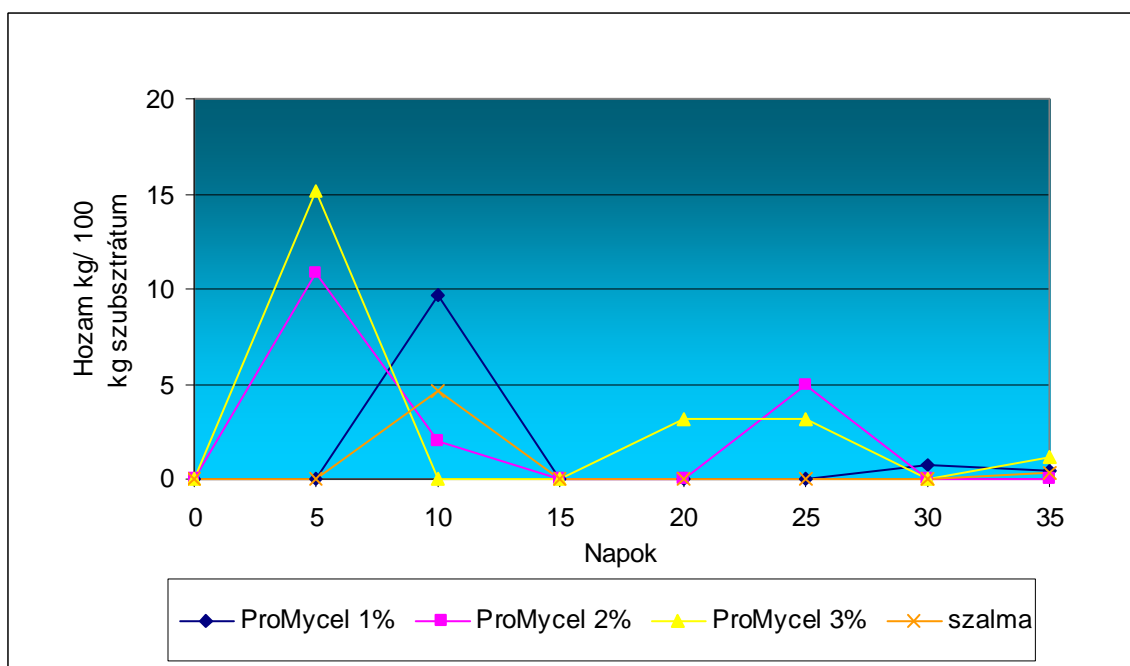
A termőrefordulás a 30. és 39. közötti napon volt. Az első szedéseket a 38. napon végeztem el (65. ábra). Az éréslefutások a 66., 67. és 68 ábrán láthatók.



66. ábra: Az 1%, 2% és 3%-os töménységű búzakorpa dúsítás hatása a terméslefutásra *Agaricus bitorquis* fajnál 5000 grammos kiszerelésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon



67. ábra: Az 1%, 2% és 3%-os töménységű lucernaliszt dúsítás hatása a terméslefutásra *Agaricus bitorquis* fajnál 5000 grammos kiszerelésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon



68. ábra: Az 1%, 2% és 3%-os töménységű ProMycel dúsítás hatása a terméslefutásra *Agaricus bitorquis* fajnál 5000 grammos kiszerezésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon

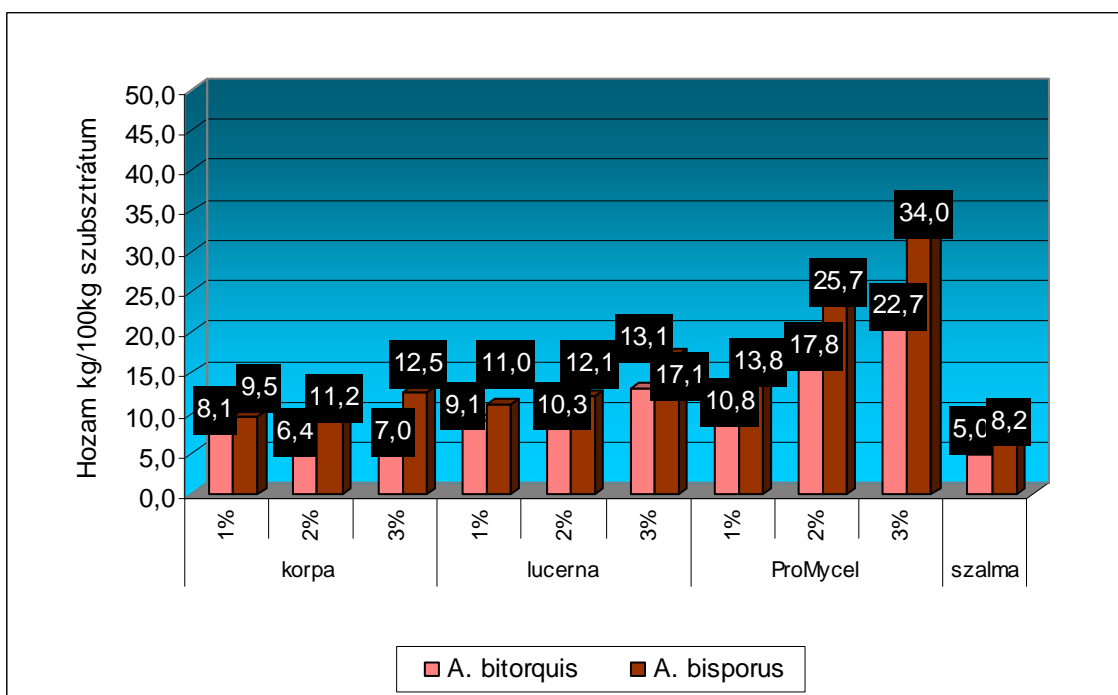
A 66. ábra szerint a búzakorpa dúsító esetében a 10. napig szedtem nagyobb mennyiségű gombát, a 3%-os dúsításnál kiemelkedően nagy mennyiséget jegyeztem fel. A 67. ábra szerint a lucernaliszt dúsító 3%-os adagolásánál az első 5 napban szedtem le a legtöbb gombát. Ezt az 1 és 2%-os dúsítás termésszintje követte, de mindkettő megelőzte a kontrollt. A 68. ábra szerint a ProMycellel dúsított szubsztrátum esetében a 2 és 3%-os dúsító adagolásánál az 5. napig lekerült a legnagyobb termés. A 2 és 3%-ban dúsított kezelés nagy hozammal kecsegtetett (69. és 70. ábra)



69. ábra: *Agaricus bitorquis* faj második ismétlése mikrobiológiai módszerrel előállított, ProMycellel 2%-ban dúsított táptalajon, szedés előtt



70. ábra: *Agaricus bitorquis* faj első ismétlése mikrobiológiai módszerrel előállított, ProMycellel 3%-ban dúsított táptalajon, szedés előtt



71. ábra: A két különböző hőkezelési módszerrel előállított és dúsított táptalajon termelt *Agaricus bisporus* és *Agaricus bitorquis* hozamának összehasonlítása

A 71. ábrán megfigyelhető, hogy az *Agaricus bisporus* faj minden dúsító esetében magasabb terméshozamot produkált az *Agaricus bitorquis*hoz viszonyítva, az összes dúsító átlagában 40%-kal. Az *Agaricus bisporus* esetében a ProMycel 2 és 3%-os kezelés volt a legjobb az összes többi kezeléshez viszonyítva.

15. táblázat: A dúsítók hatása az *Agaricus bitorquis* faj hozamára mikrobiológiai eljárással előállított táptalajon (5000 gramm)

<i>Agaricus bitorquis</i> hozam kg/100kg szubsztrátum			
DÚSÍTÓANYAGOK	búzakorpa	lucernaliszt	ProMycel
dúsítóanyagok 1%	8,1	9,1	10,8
dúsítóanyagok 2%	6,4	10,3	17,8
dúsítóanyagok 3%	7,0	13,1	22,7
szalma	5,0		
szignifikáns	igen	Igen	igen
SzD _{5%}	0,75	1,30	2,99

A nedvesen hőkezelt táptalajon, 5000 grammos kiszerezésben kísérletbe állított *Agaricus bitorquis* faj hozamai és a kontroll között szignifikáns különbség volt, amely a 15. táblázatban látható. A búzakorpa kezelés esetében a 2 és 3%-os dúsítás hozama, valamint a lucernaliszt 1 és 2%-os dúsítása hozama között nem volt szignifikáns különbség. A ProMycel esetében minden töménységnél szignifikáns különbség volt a hozamok között.

4.4. A dúsítóanyagok, a táptalajok és a termőtestek beltartalmi vizsgálatának eredményei

A dúsítóanyagok közül a három legjobb hozamot produkálót vizsgáltam meg (16. táblázat).

16. táblázat: A dúsítóanyagok makro- és mikroelem-tartalmának vizsgálati eredményei

Minták		Búzakorpa	Lucernaliszt	ProMycel
Vizsgálat neve:	Mértékegységek:	Eredmények:		
Légsz. anyag-tartalom	m/m%	35,7	35,2	45,5
Kjeldahl N-tartalom	mg/kg légsz. a.	25500	32400	89400
Össz. P-tartalom	mg/kg légsz. a.	3100	2580	4010
Össz. K-tartalom	mg/kg légsz. a.	12500	18700	12300
Össz. Ca-tartalom	mg/kg légsz. a.	1420	13700	2840
Össz. Mg-tartalom	mg/kg légsz. a.	5590	1970	1860
Össz. Na-tartalom	mg/kg légsz. a.	144	489	211
Össz. Fe-tartalom	mg/kg légsz. a.	126	182	142
Össz. Mn-tartalom	mg/kg légsz. a.	186	30,9	31,7
Össz. Zn-tartalom	mg/kg légsz. a.	128	20,1	67,1
Össz. Cu-tartalom	mg/kg légsz. a.	16,7	4,98	15,3
Össz. B-tartalom	mg/kg légsz. a.	4,10	34,6	25,4
Össz. Mo-tartalom	mg/kg légsz. a.	0,580	0,723	5,5

A minták szárazanyagtartalma 35,2 és 45,5% között változott. Legmagasabb szárazanyagtartalma (45,5%) a ProMycelnek volt. A lucernalisznak és a búzakorpanak alig különbözött a szárazanyagtartalma. Legkevesebb nitrogént a búzakorpa tartalmazott, majd a lucernaliszt következett és legtöbb a ProMycelben volt. A korpától a lucernaliszt 27,1%-kal, a ProMycel 250,5%-kal tartalmazott több Kjeldahl-módszer szerint kimutatható nitrogént. A lucernaliszt kiemelkedett magas Ca-, Na- és B-tartalmával. A búzakorpa mintában nagy mennyiségben volt Mg, Mn, Zn. A ProMycel a mikroelemek közül Mo-ból tartalmazott nagyobb mennyiséget.

A kétféle hőkezelési módszerrel előállított táptalaj pH-értékét, nedvesség- és nitrogéntartalmát laboratóriumban megvizsgáltattam. A nitrogéntartalom meghatározását Kjeldahl-módszer szerint végezték el.

Az alábbiakban láthatók a xerotherm hőkezelési módszerrel elkészített 2000 és 5000 grammos kiszerelésű táptalajból vett minták vizsgálati eredményei (17 és 18. táblázat).

17. táblázat: Xerotherm hőkezelési módszerrel előállított és dúsított táptalaj laboratóriumi vizsgálatának eredményei (2000 grammos kiszerelés)

Szubsztrátumok	Nedvesség (m/m%)	pH	Nitrogén (m/m%)
szalma+búzakorpa 1%	71,3	7,75	1,02
szalma+búzakorpa 2%	70,5	7,29	1,03
szalma+búzakorpa 3%	70,1	7,27	1,14
szalma+lucernaliszt1%	71,4	8,18	1,01
szalma+lucernaliszt2%	71,2	8,22	1,05
szalma+lucernaliszt3%	69,1	8,08	1,12
szalma+ProMycel 1%	72,9	8,15	1,14
szalma+ProMycel 2%	71,9	7,88	1,51
szalma+ProMycel 3%	70,3	7,90	1,53
natúr szalma	71,4	8,08	0,96

A mintákban a nedvességtartalom 69,1% és 72,9% között változott. Ezek az eredmények az irodalomban megadott értékekkel (65-70%) összhangban vannak. A pH-értékek 7,27 és 8,22 között változtak, amelyek kissé magasabbak a javasoltaknál (6,5-7). A nitrogéntartalom 0,96 és 1,53% között változott és az adagolt töménységgel azonos tendenciát mutat. Legtöbb nitrogént a ProMycellel 3%-os dúsított szalma tartalmazott. A kontroll minden esetben kevesebb nitrogént

tartalmazott a dúsított táptalajoknál. A táptalajok a szakirodalmi adatok szerinti optimális nitrogéntartalomnak (2-2,3% a száraz anyagban) mintegy a felét tartalmazták.

18. táblázat: Xerotherm hőkezelési módszerrel előállított és dúsított táptalaj laboratóriumi eredményei (5000 grammos kiszerelés)

Szubsztrátumok	Nedvesség %	pH	Nitrogén m/m % sz.a.
szalma+búzakorpa 1%	71,3	7,65	0,69
szalma+búzakorpa 2%	71,5	7,38	0,71
szalma+búzakorpa 3%	71,6	7,17	0,81
szalma+lucernaliszt 1%	72,3	8,22	0,70
szalma+lucernaliszt 2%	71,5	8,19	0,75
szalma+lucernaliszt 3%	69,4	8,10	1,02
szalma+ProMycel 1%	72,7	8,18	0,88
szalma+ProMycel 2%	71,8	7,85	0,92
szalma+ProMycel 3%	70,7	7,95	0,97
natúr szalma	72,1	8,18	0,56

A nedvességtartalom 69,4 és 72,7 % között változott. Ezek az értékek a szakirodalomban található értékhatárok között vannak. A pH-értékek 7,17 és 8,22 között változtak, amely kissé magasabb volt az optimálisként (pH 6,9-7,5) meghatározottnál. A nitrogéntartalom 0,56 és 1,02% között változott (optimális 1,7-2,3%). (18. táblázat).

A mikrobiológiai hőkezeléssel előállított szubsztrátum pH-értékét, szerves nitrogén- és nedvességtartalmát (19. és 20. táblázat) laboratóriumban megvizsgáltattam.

19. táblázat: A mikrobiológiai hőkezelési módszerrel előállított szubsztrátum laboratóriumi vizsgálatának eredményei (2000 grammos kiszerezés)

Szubsztrátumok	Nedvesség %	pH	Nitrogén (m/m%) sz.a.
szalma+búzakorpa 1%	72,3	8,86	0,80
szalma+búzakorpa 2%	71,8	8,45	0,90
szalma+búzakorpa 3%	71,5	8,47	0,95
szalma+lucernaliszt 1%	72,7	8,63	0,77
szalma+lucernaliszt 2%	72,4	8,50	0,83
szalma+lucernaliszt 3%	71,5	8,39	0,87
szalma+ProMycel 1%	72,5	8,70	1,03
szalma+ProMycel 2%	72,1	8,54	1,03
szalma+ProMycel 3%	71,3	8,47	1,22
natúr szalma	73,3	8,87	0,68

A nedvességtartalom 71,3 (ProMycel 3%) és 73,3% (szalma) között változott, ami szinte megegyezik az irodalomban megadott (65-70%) értékekkel. A pH eredmények 8,39 (lucernaliszt 3%) és 8,87 (szalma) között változtak. Ez a szakirodalmi adatokhoz (6,9-7,5) viszonyítva kissé magas volt. A nitrogéntartalom 0,68 és 1,22% között változott, és ez is alacsonyabb volt trágyakomposztnál optimálisnak tartott 1,7-2,3%-os értékekhez viszonyítva. Legkevesebb nitrogén, 0,68% a dúsítatlan szalma mintában, a legtöbb, 1,22% a ProMycel-lel 3%-ban dúsított mintában volt.

20. táblázat: A mikrobiológiai hőkezelési módszerrel előállított szubsztrátum laboratóriumi vizsgálatának eredményei (5000 grammos kiszerezés)

Szubsztrátumok	Nedvesség %	pH	Nitrogén m/m%
szalma+búzakorpa 1%	72,2	7,45	0,79
szalma+búzakorpa 2%	71,5	7,32	0,73
szalma+búzakorpa 3%	71,6	7,29	0,97
szalma+lucernaliszt 1%	71,3	8,53	0,77
szalma+lucernaliszt 2%	71,5	8,23	0,96
szalma+lucernaliszt 3%	70,4	8,17	0,87
szalma+ProMycel 1%	71,7	8,20	0,92
szalma+ProMycel 2%	70,8	7,65	1,06
szalma+ProMycel 3%	70,7	7,35	1,11
natúr szalma	71,1	8,05	0,63

A nedvességtartalom 70,4 és 72,2 % között változott, amely intervallum a szakirodalomban található adatoktól (65-70%) alig tér el. A pH-érték 7,29 és 8,58 között változott, amely egy kissé magas volt (optimum 6,9-7,5). A nitrogéntartalom 0,63 és 1,11% között változott, amely alacsonynak mondható, a trágyakomposztnál optimálisnak mondott 1,7 és 2,3%- hoz viszonyítva. Legalacsonyabb értéket a szalmánál, legmagasabbat a ProMycel 3%-os dúsításnál kaptam (20. táblázat).

A nedvesen hőkezelt, dúsítatlan táptalajon termett gombából mintát vettem és megvizsgáltattam a főbb összetevőit. Az eredményeket egy komposzton termett mintával összehasonlítva a 21. táblázatban foglaltam össze.

21. táblázat: A szalmán és komposzton termett termőtestek főbb összetevői

Vizsgált összetevők	Mértékegység	<i>Agaricus bisporus</i> komposzton	<i>Agaricus bisporus</i> szalmán	<i>Agaricus bitorquis</i> szalmán
Minta szárazanyag tartalma	m/m% légsz. a	4,3	6,4	6,0
Kjeldahl N-tartalom	mg/kg légsz. a.	50.300	42.400	44.600
Nyersfehérje-tartalom (Nx4,38)	mg/kg légsz. a.	22,03	18,6	19,5
Össz. P-tartalom	mg/kg légsz. a.	17.400	12.500	10.900
Össz. K-tartalom	mg/kg légsz. a.	68.600	53.300	59.500
Össz. Ca-tartalom	mg/kg légsz. a.	1.510	1.290	1.680
Össz. Mg-tartalom	mg/kg légsz. a.	1.510	1.320	1.420
Össz. Na-tartalom	mg/kg légsz. a.	780	264	499
Össz. Fe-tartalom	mg/kg légsz. a.	62,5	79,7	114
Össz. Mn-tartalom	mg/kg légsz. a.	14,9	6,14	9,83
Össz. Zn-tartalom	mg/kg légsz. a.	75,7	44,2	55,1
Össz. Cu-tartalom	mg/kg légsz. a.	40,9	35,1	29,5
Össz. B-tartalom	mg/kg légsz. a.	48,0	1,43	1,06
Össz. Mo-tartalom	mg/kg légsz. a.	0,264	<0,2	0,235

A kétféle módon előállított táptalaj összehasonlításából kiderül, hogy a szalmán termett gomba szárazanyagtartalma magasabb, de a nitrogéntartalma ennek ellenére alacsonyabb a komposzton termetthez viszonyítva. A P-tartalom a komposzton termett kétszórás csiperkében közel kétszeres a szalmán termett ízletes csiperkéhez viszonyítva. Fordított a helyzet az *Agaricus bitorquis*-nál az Fe esetében. Az Na-tartalom a háromszorosa a komposzton termett csiperkében a szalmán csiperkéhez viszonyítva. Kiugróan nagy eltérés a B esetében figyelhető meg. A komposzton termett gombában 30-szor magasabb az érték, mint a szalmán termett gombában.

A szakirodalmi adatokhoz viszonyítva néhány kivételtől eltekintve a vett mintákban általában azonos mikro- és makroelemtartalom tendenciát tapasztaltam.

A komposztról általam szedett gomba esetében K-ból, Mn-ból és B-ből kétszer annyi, Ca-ból fele annyi mennyiség volt található. A többi elemtartalom gyakorlatilag megegyezett.

A szalmáról szedett gombában a szakirodalmi adatokhoz viszonyítva több volt a K és fele annyi Na és B.

A két fajt összehasonlítva látható, hogy az *Agaricus bitorquis* kétszer annyi Na-t és Fe-t tartalmaz, mint az *Agaricus bisporus*. A többi elem esetében nincs jelentős különbség.

4.5. A szalma táptalaj alkalmazásának gazdasági szempontjai

A szalma táptalaj alkalmazása esetén a termesztéstechnológia nem változik. Az egyébként is felmerülő költségek közül csak az alapanyag és a csíra költségében lehet különbség.

Tapasztalatom szerint az árak vevői oldalról jelentősen függenek a vásárolni kívánt éves mennyiségtől. A 2010. év őszi alapanyagárak igen kiegyenlítettnek mondhatók. Valószínűsíthető, hogy az értékesítési árak egymással és nem az előállítási költségekkel vannak arányban.

2010. év őszén az alapanyagárak így alakultak:

1 tonna II. fázisú trágyakomposzt csírával (1,5 tömegszázalékban): 29.000 Ft.

1 tonna mikrobiológiai módszerrel hőkezelt szalma táptalaj csíra nélkül: 29.000 Ft.

1 tonna xerotherm módszerrel előállított szalma táptalaj csíra nélkül: 22.000 Ft.

1 tonna xerotherm módszerrel előállított szalma táptalaj csírával: 29.000 Ft.

1 kg csiperkegomba csíra 430-620 Ft. A csírat 1,5%-ban adagolva: 6.450-9.300 Ft/ tonna alapanyag. Azaz a xerotherm módszerrel előállított alapanyag csírával 28 450 Ft és 31 300 Ft között változhat.

Magyarországon az ún. szatellit termelési rendszer alakult ki, vagyis kevés számú alapanyaggyártó üzemhez több száz termesztő tartozik. Azonban vannak olyan termesztők, akik saját kézbe vették az alapanyaggyártást annak minden előnyével és hátrányával együtt. Ilyen megközelítésből előnynek számíthat többek között a szalma beszerzési módjának kiválasztása, az alapanyaggyártás folyamatának nyomonkövetése, annak jobb időzíthetősége, az alkalmazott energia megválasztása, jó szervezés stb., amelyek mind olcsóbb alapanyag-előállítási költséget eredményezhetnek.

Amennyiben a szalma táptalajon termesztett csiperke hozama - a kísérletekben elért eredményekkel összehangban - üzemi szinten is versenyképesnek bizonyul a komposzton termesztett csiperkegomba hozamához viszonyítva, akkor alkalmazásuk akár a jelenlegi szalma táptalaj árak mellett is gazdaságos lehet.

4.6. Új tudományos eredmények

Az elvégzett kísérletek és a kapott adatok alapján, megítélésem szerint az alábbiak tekinthetők új, illetve újszerű konkrét tudományos eredményeknek:

- Vizsgálataim során igazolódott, hogy bizonyos nitrogéntartalmú dúsítóanyagok adagolásával a szalma táptalajon a trágyakomposzthoz hasonló terméshozamok elérhetők el.
- Megállapítottam, hogy a legjobb eredmény a ProMycel dúsítóanyag adagolásával érhető el mind az *Agaricus bisporus*, mind az *Agaricus bitorquis* faj esetében.
- *Agaricus bisporus* faj esetében 30 kilogrammos, *Agaricus bitorquis* esetében 20 kilogrammos hozam érhető el 100 kg táptalajra vetítve, mind a xerotherm, mind a mikrobiológiai hőkezelési módszerrel előállított táptalajon.
- Az *Agaricus bisporus* faj kísérleteim során minden esetben nagyobb hozamot produkált, mint az *Agaricus bitorquis* faj
- Mikrobiológiai hőkezeléssel készített szalma táptalajon elsőként termesztettem *Agaricus bisporus* és *Agaricus bitorquis* fajokat.

5. Eredmények összefoglalása, megvitatása és javaslatok a gyakorlat számára

5.1. Előkísérletek

5.1.1. Micéliumszövődés sebessége

Az előkísérletekben az *Agaricus bisporus* micéliuma a xerotherm hőkezelési eljárással előállított, dúsított táptalajokat a csírázás időpontjától számítva átlagosan 17,9 nap alatt, a mikrobiológiai módszerrel előállított, dúsított táptalajokat átlagosan 11 nap alatt szötte át.

Az *Agaricus bitorquis* micéliuma a xerotherm hőkezelési módszerrel előállított és dúsított táptalajt átlagosan 22,2 nap alatt, a mikrobiológiai módszerrel előállított és dúsított táptalajt 16,6 nap alatt vette birtokba.

A szakirodalmi adatok szerint az *Agaricus bisporus* micéliuma a komposztot 14-18 nap alatt szövi át.

Jelentős különbség a szövődés sebességében egy-egy faj és táptalaj előállítási mód esetében a dúsítókat tekintve nem volt. A kezelések között a legkisebb különbség 1, a legnagyobb 4 nap volt. A szalma (kontroll) kezelés átszövődési ideje mindkét faj és mindkét táptalaj esetében szinte azonos volt a fentebb említett átlagokkal.

Megállapítottam, hogy a szalma táptalajon végzett kísérleteknél a dúsító milyensége és töménysége nincs jelentős hatással az átszövődés sebességére. Elmondható továbbá, hogy mindkét faj esetében a kétféle módon előállított táptalaj közül a mikrobiológiai módszerrel előállított bizonyult jobbnak a szövődés sebességét illetően.

5.1.2. Hozamok

Az *Agaricus bisporus* fajjal oltott xerotherm módszerrel előállított táptalajon a hozamok 6,8 kg (szalma) és 17,2 kg (ProMycel 3%) (100 kg alapanyagra vonatkoztatva) között szóródtak. A dúsított táptalajok minden esetben többet teremtek a csak tisztán szalma kezelésnél. Az öt dúsító és három töménység átlagában 11,3 kg (100 kg alapanyag) hozamot kaptam. A dúsítóféleségeket összehasonlítva a három legmagasabb hozamot a ProMycel (17,2 kg/100 kg), búzakorpa (14,9 kg/100 kg) és lucerna (12,8 kg/100 kg) adagolásánál adta a gomba.

Mikrobiológiai módszerrel előállított táptalajon a hozamok 11,1 kg (szalma) és 34,8 kg (ProMycel 3%) közöttiek voltak. Az öt dúsítóanyag és három töménység átlagában a hozam 17,7 kg volt 100 kg alapanyagra vonatkoztatva. A dúsítókat tekintve a három legmagasabb hozamot a ProMycel (34,8 kg/100 kg), a lucernaliszt (18,8 kg/100 kg) és a búzakorpa (18,0 kg/100 kg) adagolása esetén értem el.

Az *Agaricus bisporus* hozamait tekintve az előkísérletben megállapítható volt, hogy a nitrogéntartalmú dúsítók megemelték a hozamszintet a kontrollhoz viszonyítva. Az ötféle dúsító hatására kapott hozamok a dúsítók szakirodalmi adatok szerinti nitrogéntartalmával összhangban

emelkedtek - a borsószalma és a szójaszalma kivételével. A legjobb hozamokat adó ProMycel, búzakorpa és lucernaliszt kezelések esetében a termésszint a töménységekkel is összhangban volt.

A kéttényezős varianciaanalízis nullkontrollal módszert alkalmazva szignifikáns különbséget állapítottam meg a dúsítóanyagok, illetve adagjainak minden kombinációjára kapott hozam és a kontroll (natúr szalma) között, mindkét módszerrel előállított táptalajon.

Balázs és Kovácsné (1989) 0,3,-0,5% nitrogéntartalmú szalma táptalajon mindössze 8-11 kg közötti hozamot értek el. Megállapítható, hogy az előkísérletek dúsított alapanyagának hozamai a fentiekben részletezett kísérletekben meghaladták a szakirodalomban leírt dúsítás nélküli hozamokat.

Az *Agaricus bitorquis* fajjal végzett kísérletben a xerotherm módszerrel előállított táptalajon a hozamok 4,3 kg (szalma) és 16,3 kg (ProMycel 3%) között változtak. Minden esetben többet teremtek a dúsítóval kezelték, mint a kontroll. Az öt dúsító és három töménység átlagában a hozam 9,3 kg /100 kg alapanyag volt. A három legmagasabb hozamot a ProMycel (16,3 kg/100 kg), a lucernaliszt (13,1 kg/100 kg) és a búzakorpa (13,4 kg/100 kg) hozzáadásával értem el. A mikrobiológiai módszerrel előállított táptalajon a hozamok 6,9 kg (borsószalma 1%) és 24,3 kg (ProMycel 2%) között változtak. A kontroll magasabb, 7,9 kg-os hozamot adott. Az öt dúsító és három töménység átlagában a hozam 12,5 kg/100 kg alapanyag volt. A három legjobb eredményt a ProMycel (24,3 kg/100 kg), a lucernaliszt (14,5 kg/100 kg) és a búzakorpa (13,7 kg/100 kg) adta.

A kéttényezős varianciaanalízis nullkontroll módszerrel értékelve a dúsítóanyagok és adagjaik minden kombinációjánál kapott hozamok szignifikánsan különböztek a kontrolltól mindkét módszerrel előállított táptalajon.

A fent megvizsgált eredmények (micélium szövődési sebessége, hozam) alapján az öt dúsító közül a ProMycelt, a lucernalisztet és a búzakorpát választottam ki a további kísérletekhez.

5.2. Xerotherm hőkezelési módszerrel előállított táptalajon beállított kísérletek

5.2.1. A 2000 grammos kísérletek eredményei

Az *Agaricus bisporus* fajjal oltott 2000 grammos táptalajokat a csírázástól számított 23-26. napon vette birtokba a gomba micéliuma, az első gombákat a 42. és 45. nap között szedtem.

Legmagasabb hozama a ProMycellel 3%-ban dúsított szubsztrátumnak volt, 28,8 kg /100 kg alapanyagra vetítve, ami 159%-kal magasabb volt a kontrollhoz (11,1 kg/100 kg) viszonyítva. Ez a hozam a gyakorlati termesztésben általános szintet is elérte.

A hozam egy esetben (2% lucernaliszt) nem követte a dúsító adagjának növelését. Mivel a 3%-os adag megtartotta az emelkedő tendenciát, feltételeztem, hogy a 2%-os dúsítás esetében annak elkeverése vagy heterogén összetétele okozhatta ezt az eltérést. Az összes dúsító esetében érdemes volt a legmagasabb töménységet alkalmazni.

A 3%-os ProMycel adagolásának hatására a hozam jól megközelítette a gyakorlatban elérhető hozamokat.

A statisztikai értékelést követően megállapítottam, hogy a dúsítóanyagokkal kevert táptalajon elért hozamok és a kontroll között szignifikáns különbség volt.

Az *Agaricus bitorquis* fajjal oltott 2000 grammos táptalajokat a csírázástól számított 26-30. napon szőtte át a micélium. A termőrefordulás az 51. és 56. nap között, az első szedés az 56. és 61. nap között volt.

A legmagasabb hozama a ProMycellel 1%-ban dúsított szubsztrátumnak, 19,0 kg /100 kg alapanyag volt, ami a kontroll (12,9 kg/100 kg) hozamát 47%-kal haladta meg. A kontroll és mindhárom dúsítóval kevert táptalaj hozama között szignifikáns különbség volt.

A hozamok nem növekedtek arányosan a dúsítók adagjának a növelésével. A 3% korpa esetében kifejezetten alacsony hozamot kaptam az 1 és 2%-os dúsításhoz viszonyítva. A ProMycel esetében pedig nem volt különbség a hozamokban az adagok növelésével. A szakirodalom szerint az *Agaricus bitorquis* termesztéstechnológiájában nem ajánlják a dúsítók használatát, mert hatástalan vagy káros hatása van. A kísérletem eredményei szerint nincs káros hatással, ellenkezőleg, megemelte a hozamot. Az már érdekes lehet, hogy mennyi dúsítót érdemes adagolni. Véleményem szerint a korpa esetében a 2%, a ProMycel esetében az 1%-os adag elégséges. A lucernalisztból 3%-ot szükséges adagolni a biztosan nagyobb hozam érdekében.

A két faj közül az összes dúsító átlagában 40%-kal termett többet az *Agaricus bisporus*. Ha 100 kg hagyományos komposzton az *Agaricus bisporus* 30 kg-os hozamot és az *Agaricus bitorquis* 20 kg-os hozamot produkál, akkor a két faj között a hozamkülönbség 50%, ami megközelíti a kísérletben megállapított 40%-os különbséget. Vagyis az általam kapott eredmények összhangban vannak a szakirodalmi adatokkal.

5.2.2. Az 5000 grammos kísérletek eredményei

Az *Agaricus bisporus* faj esetében az 5000 grammos táptalajokat a gomba micéliuma a csírázástól számított 19. napon átszőtte. A 37. napon fordult termőre és az első gombákat a 45. és 57. nap között szedtem.

A legmagasabb hozama a ProMycel-lel 3%-ban dúsított táptalajnak volt, 33,8 kg/100 kg. Ez a kontroll hozamának (10,9 kg/100 kg alapanyag) közel a háromszorosa, vagyis 210%-kal magasabb volt és szintén a termesztésben átlagosan elérhető szintet elérte.

A kontroll és a kezelések között minden esetben szignifikáns különbség volt. A hozamok emelkedtek a dúsítók koncentrációjának növelésével. Ezek alapján megállapítottam, hogy a magasabb hozam elérése érdekében célszerű a 3%-os dúsító adag alkalmazása.

Az *Agaricus bitorquis* faj esetében a táptalaj átszövődése a 28. és 39. nap közötti időszakban zajlott le. Az első szedések a csírázástól számított 47. és 60. nap között történtek.

A legmagasabb hozama a 3%-ban ProMycellel dúsított táptalajnak volt, 20,3 kg 100 kg táptalajra vetítve, és 164%-kal haladta meg a kontroll (7,7 kg/100 kg) hozamát. A kontrolltól kevesebbet termett az 1%-ban lucernaliszttel dúsított táptalaj. Ez alapján úgy gondolom, hogy lucernalisztből minimum 2% belekeverése szükséges ahhoz, hogy a hozam a kontroll hozama fölé emelkedjen. A lucernaliszt és ProMycel töménységének növelésével emelkedett a hozam. A búzakorpa esetében a hozam nem emelkedett a töménység növelésével. Ezek alapján megállapítottam, hogy a búzakorpa esetében elégségesnek látszott a 1%-os töménység alkalmazása.

A hozamok között csak a kontroll és a ProMycel adagolása esetében volt szignifikáns különbség. A korpa és a lucerna jelenléte nem okozott szignifikáns különbséget. A két utóbbi dúsító esetében beigazolódni látszott a szakirodalomban leírt tapasztalat, miszerint az ízletes csiperkére nincs, vagy káros hatással van a dúsító jelenléte.

5.3. Mikrobiológiai hőkezelési módszerrel előállított táptalajon beállított kísérletek

5.3.1. A 2000 grammos kísérletek eredménye

Az *Agaricus bisporus* faj a csírázástól számított 18. és 24. nap között szötte át a táptalajt, az első szedéseket a 37. naptól kezdve végeztem el. A legkésőbb, közel egy hét múlva (43. napon) a búzakorpa 1%-os kezelésről szedtem az első gombákat.

A legjobb hozama a ProMycel 3%-os kezelésnek volt, 31,5 kg 100 kg alapanyagra vonatkoztatva. Ez 154%-kal magasabb volt a kontrollnál (12,4%). Ez a hozamszint nagyon hasonló a manapság komposzton termesztett gombáéhoz. Ebben a kísérletben a lucernaliszt 1%-os adagolásánál a hozam (8,5%) a kontroll hozama alatt volt.

A dúsítók adagjának növelését a korpa kezelés kivételével követték a hozamok. A 2%-os korpa adagolása kisebb hozamot eredményezett, mint az 1%-os töménység, de a 3%-os adag hatása követte a tendenciát. A visszaesés 1% alatti volt, így a dúsító heterogenitásának tulajdonítom ezt az eredményt.

A kontroll és dúsított táptalajok hozama között SzD_{5%}-os szinten szignifikáns különbség volt.

Az *Agaricus bitorquis* faj micéliuma a táptalajt a csírázástól számított 29. és 31. nap között szötte át. Az első szedések az 50. és az 52. nap között zajlottak le.

A legmagasabb hozama, 18,5 kg/100 kg táptalaj a ProMycel 3%-os kezelésnél volt, amely nagyjából megközelítette a szakirodalomban talált adatokat. A kontrollhoz (7,0 kg/100 kg) viszonyítva 164%-kal volt jobb. A hozam a lucernaliszt és ProMycel adagjának a növelésével emelkedett. A búzakorpa esetében fordított hatás volt megfigyelhető. A töménység növelésével

inkább csökkent a hozam. Ezt úgy értékeltem, hogy a dúsító töménységének növelése nemhogy felesleges, hanem káros hatással van a hozam alakulására. Ebből a dúsítóból elégséges 1% hozzáadása, ami már a kontroll hozama fölé emelte a kezelés hozamát.

A kontroll és a kezelések hozamai között szignifikáns különbség volt.

5.3.2. Az 5000 grammos kísérletek eredményeinek összefoglalója

Az *Agaricus bisporus* gomba micéliuma a csírázástól számított 18. és 25. nap között szötte át a zsákokban a táptalajt. A termőrefordulás a 32. napon, az első szedések a 37. és 44. nap között voltak. A legjobb hozama a 3%-ban ProMycellel dúsított táptalajnak volt, 34 kg/100 kg táptalajra vonatkoztatva. A kontroll kezeléshez (8,2 kg/100 kg) viszonyítva 315%-kal termett többet.

A hozamok emelkedtek a dúsító adagjának növelésével.

A kontroll és a kezelések között szignifikáns különbség volt, kivéve a búzakorpás kezelést.

Az *Agaricus bitorquis* fajjal oltott táptalajt a gomba micéliuma a csírázástól számított 19. és 27. nap közötti időszakban szötte át. A termőrefordulás a 30-39., az első szedések a 38-46. nap között voltak.

A legmagasabb hozama a ProMycel 3%-ban dúsított táptalajnak volt (22,7 kg/100 kg táptalajra vonatkoztatva) és 354%-kal haladta meg a kontroll hozamát (5,0 kg/100 kg).

A lucernaliszt és a ProMycel adagjának a növelésével emelkedtek a hozamok, míg a búzakorpa adagolása ismét fordított tendenciát mutatott.

A kontroll és a dúsítókkal kevert táptalajok hozama között volt szignifikáns különbség.

5.4. A dúsítóanyagok, a táptalajok és a termőtestek beltartalmi vizsgálatának értékelése

Dúsítóanyagok beltartalmának értékelése

A megvizsgált dúsítóanyagok közül (búzakorpa, lucernaliszt és ProMycel), mintegy 10%-kal volt magasabb a ProMycel szárazanyagtartalma a másik két dúsítóénál. Az alkalmazott 1-3%-os mennyiség esetén ez a szárazanyagbeli különbség - véleményem szerint - nem befolyásolja a termésmennyiség alakulását.

A dúsítóanyagok nitrogéntartalmában már nagyobb különbségek adódtak. Az egymáshoz viszonyított nitrogéntartalom tendenciája összhangban van a szakirodalmi adatokkal (Stamets, 2000). A ProMycel dúsítóanyag közel háromszor annyi nitrogént tartalmazott, mint pl. a búzakorpa. Úgy gondolom, hogy a terméstöbbletet ez a különbség eredményezte.

A mikroelemek közül a Ca-, Mn-, Zn-, Cu-, B-, és Mo-tartalomban voltak nagyságrendi eltérések.

Xerotherm hőkezelési módszerrel előállított táptalajok laboratóriumi vizsgálatának értékelése

A nagyobb léptékű kísérletek dúsított és kontroll táptalajainak mintáiban a nedvességtartalom a csiperkegomba számára optimális érték körül mozgott. A pH-érték inkább az optimális érték felett volt. A dúsítók és a töménységeik az előbbi értékekre nem voltak hatással. A dúsítóanyagok nitrogéntartalma megemelte a szalma nitrogéntartalmát. A dúsított táptalaj minden esetben több nitrogént tartalmazott, mint a kontroll, de trágyakomposzthoz viszonyítva kevesebbet. A szakirodalmi adatok szerint a nitrogéntartalom egymáshoz viszonyítva legmagasabb a ProMycelben, majd a búzakorpa és a lucernaliszt következik. Ez a nitrogéntartalom tendencia látható a mintákban a laboratóriumi vizsgálatok szerint is. Tehát a magasabb hozam a nitrogénnel dúsított táptalaj termésmenvelő hatásának tulajdonítható.

Mindkét fajt ezen a táptalajon termesztettem le. Az *Agaricus bisporus* esetében a hozamok alakulásabai is tükrözödött a táptalajvizsgálattal megállapított nitrogéntartalom tendenciája. Az *Agaricus bitorquis* esetében a búzakorpa és a lucernaliszt adagolása hatására elért hozam fordítottan arányos a minták nitrogéntartalmával. Így megállapítottam, hogy az *Agaricus bitorquis* termesztése esetén adagolt lucernaliszt és búzakorpa hozamemelő hatása az alkalmazott töménységeknél nem kiszámítható.

Mikrobiológiai hőkezelési módszerrel előállított táptalajok laboratóriumi vizsgálatának értékelése

Ebben az esetben is a táptalajok nedvességtartalma az optimális értékek között mozgott. A pH érték az optimális érték felett volt. A nitrogéntartalom a dúsított táptalajokban mindig magasabb volt, mint a natúr szalmában. A szalma táptalajok itt is kevesebb nitrogént tartalmaztak a trágyakomposzthoz viszonyítva. A legmagasabb nitrogén tartalma a ProMycellel 3%-ban dúsított szalmának volt. Ezek a kezelések eredményezték a legmagasabb hozamok is. Ezt az eredmény úgy értékeltem, hogy a nagyobb nitrogéntartalom a táptalajban, nagyobb hozamot képes produkálni.

Mint említettem, a szakirodalomban található adat szerint a búzakorpa több nitrogént tartalmaz a lucernaliszthez viszonyítva, de ennek én az ellenkezőjét kaptam a laboratóriumi eredmények alapján. Ennek egyik elképzelhető oka a dúsító termőhelyi különbözősége is lehet. Az *Agaricus bisporus* és *Agaricus bitorquis* esetében is a hozamok tendenciája mindhárom dúsítónál (a három töménység átlagában) követte az általam vett minták szerinti nitrogéntartalmat.

A termőtestek beltartalmi analízisének értékelése

A nedves hőkezeléssel előállított, dúsítatlan táptalajról szedett gomba beltartalmi értékeit összehasonlítottam egy komposztról szedett mintáéval.

Megfigyelhető volt, hogy a szalmán termett csiperkegomba (mindkét faj) szárazanyag-tartalma nagyobb, de a fehérjetartalma alacsonyabb volt. Alacsonyabb volt a Na-tartalma és

jelentősen, nagyságrendileg alacsonyabb volt a B-tartalma. A szakirodalmi adatokhoz viszonyítva általában azonos tendenciát tapasztaltam a vett mintákat illetően. Néhány kivétel azonban adódott. A komposztról általam szedett gomba esetében K-ból, Mn-ból és B-ból kétszer annyi, Ca-ból feleannyi mennyiség volt található. A többi elemtartalom gyakorlatilag megegyezett. A szalmáról szedett gombában a szakirodalmi adatokhoz viszonyítva több volt a K, és fele mennyiségű Na és B (Vetter, 1994). A két fajt összehasonlítva látható, hogy az *Agaricus bitorquis* kétszer annyi Na-t és Fe-t tartalmaz, mint az *Agaricus bisporus*. A fenti eredmények alapján a szakirodalmi megállapítással egyet értek, miszerint a csiperkegomba képes kielégíteni tápanyag szükségletét a szalma táptalajon is (Vetter, 1988).

5.5. Javaslatok a gyakorlat számára

Korábbi kutatások eredményeként bizonyítást nyert, hogy a xerotherm módszerrel előállított szalma táptalajon sikeresen termesztethők az *Agaricus bisporus* és *Agaricus bitorquis* fajok.

A fentiekben részletezett eredmények és levont következtetések alapján megállapítható, hogy a trágyakomposzton általános hozamok elérhetők, mind az *Agaricus bisporus*, mind az *Agaricus bitorquis* faj esetén, amennyiben megfelelő mennyiségű és minőségű nitrogénben gazdag dúsítóanyag kerül a szalma táptalajba. A kísérletben felhasznált dúsítóanyagok közül a kereskedelemben kapható ProMycel mellett érhető el a legmagasabb hozam.

Mind a xerotherm, mind a mikrobiológiai hőkezelési módszerrel előállított és dúsított táptalajon elérhető a 30 kg-os hozamszint *Agaricus bisporus* esetében. *Agaricus bitorquis*-ból 20 kg-os hozam várható 100 kg xerotherm vagy mikrobiológiai hőkezeléssel előállított és dúsított táptalajon.

6. Összefoglalás

A gombák közül az *Agaricus bisporus*ból természetesen legtöbbet a világon. A jó komposzt előállítási módjáról számtalan publikáció jelent meg az elmúlt közel 200 évben. Kezdetben a csiperkegombát lótrágya komposzton, az utóbbi 30-40 évben többnyire szintetikus komposzton termesztették világszerte. A mai követelmények szerinti komposzt előállításához magas beruházási költségekre, magas szintű szaktudásra és többféle alapanyagra van szükség. Többek között a különféle trágyákra, amelyek miatt az utóbbi időben környezetvédelmi lépésekre kényszerültek a komposztgyártók. Felmerült a kérdés, hogy lehetne-e egyszerűbben, kevesebb alapanyagból és rövidebb idő alatt táptalajt előállítani? Kevés, szinte alig található beszámoló a gombakomposzttól eltérő táptalajon történt sikeres próbálkozásról. Magyar kutatók az 1980-as évek végén foglalkoztak ezzel a kérdéssel. A laska- és egyéb gombák alapanyagául szolgáló, gőzzel szárazon hőkezelt (xerotherm módszer), aprított búzaszalmán sikeresen termesztettek *Agaricus bisporus* és *Agaricus bitorquist*. Terméseredményeik alacsonyak voltak, amelyet a szalma táptalaj alacsony nitrogéntartalmának tulajdonítottak. Ezért nitrogéntartalmú anyagok adagolásával kísérleteztek, amelyek megemelték a hozamot.

A fent említett szalma táptalaj nagy előnye, hogy a komposzthoz viszonyítva gyorsabban és kevesebb hozzávalóból elkészíthető. A xerotherm módszerrel 1 nap, a mikrobiológiai módszerrel 10 nap alatt állítható elő a táptalaj. A mikrobiológiai módszerrel való táptalaj előállításnak nagyobb a beruházás ugénye, mint a xerotherm módszernek. Ezekkel a módszerekkel nem képződnek olyan bűzös gázok, amelyek a környezetet zavarják vagy károsak lennének.

Célkitűzésem az volt, hogy megvizsgáljam, mely nitrogéntartalmú dúsítóanyaggal lehetne az *Agaricus bisporus* és *Agaricus bitorquis* hozamait versenyképesé tenni a mikrobiológiai és xerotherm módszerrel előállított szalma táptalajon a komposzthoz viszonyítva.

Először előkísérleteket végeztem kisebb léptékben mindkét fajjal. A kétféle módszerrel előállított szalma táptalajt dúsítottam borsószalma, szójaszalma, búzakorpa, lucernaliszt és ProMycel adalékokkal 1, 2 és 3%-ban, két ismétlésben. A táptalajokat 500 grammos kiszerelésben állítottam be a kísérletbe. Vizsgáltam a gombamicélium szövődések sebességét és statisztikai módszerrel értékeltem a termés hozamokat.

A szövődés sebességében nem volt jelentős különbség egyik táptalajon sem a dúsítók és a töménységek között. A dúsított táptalajok átlagos átszövődési ideje mindkét faj és mindkét táptalaj esetében szinte azonos volt a natúr szalma (kontroll) átszövődési idejével. Az eredmények alapján megállapítható volt, hogy a mikrobiológiai módszerrel előállított táptalajon mindkét faj micéliuma gyorsabban növekedett. Az előkísérletek hozamai alapján megállapítható volt, hogy az öt dúsító közül a három töménység átlagában a búzakorpa, a lucernaliszt és a ProMycel bizonyult a legjobbnak.

A fent említett, három legmagasabb hozamot biztosító dúsítót nagyobb léptékben, 2000 és 5000 grammos kiserelésben ismét kísérletbe állítottam, két ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben. Vizsgáltam a gombamicélium szövdésének sebességét, a termőrefordulás és az első szedés idejét, valamint a terméslefutást és a hozamokat. A hozamok eredményeit statisztikai módszerrel értékeltem.

A gombamicélium szövdési sebességében táptalajonként (2000 g, 5000 g, xerotherm és mikrobiológiai hőkezelés) és fajonként változó nagyságú különbségek voltak. Az *Agaricus bisporus* faj 18-26. nap, az *Agaricus bitorquis* faj 19-39. nap közötti időszakok alatt szötte át táptalaját.

A termőrefordulás időpontja az *Agaricus bisporus*nál a csírázástól a termőrefordulásig 30-37 nap, az *Agaricus bitorquis*nál 30-52 nap telt el. Az első gombákat az *Agaricus bisporus* fajnál a 37-57. napok között, az *Agaricus bitorquis* fajnál a 38-61. nap között szedtem. Megállapítható volt, hogy az időbeni különbségek elsősorban a táptalaj előállítási módjától és nem a dúsítók milyenségétől vagy mennyiségétől függtek.

A terméslefutás változatosan alakult. A xerotherm hőkezelési eljárással előállított táptalajon a termőrefordulást követő 10-20 napon belül leszedtem a termés zömét. A mikrobiológiai módszerrel előállított táptalajon a termés nagyobb részét a termőrefordulást követő 5-10. napon már szintén leszedtem. Ezután csak némely esetben volt kiugróan nagy mennyiségű gomba egy-egy kezelésnél.

A nagyobb léptékű kísérletekben megállapítható volt, hogy a kísérletekben elért hozamok mindkét faj esetében jól megközelítik az üzemi termesztésben manapság általános hozamszintet. A hozam mind a xerotherm, mind a mikrobiológiai módszerrel előállított és dúsított táptalajon az *Agaricus bisporus* esetében magasabb volt az *Agaricus bitorquis*hoz viszonyítva.

Laboratóriumban megvizsgáltattam a három dúsító és a dúsított táptalajok főbb összetevőit. A három dúsító (búzakorpa, lucernaliszt és ProMycel) közül a ProMycelnek volt a legmagasabb a nitrogéntartalma, 8,94 m/m% légszáraz anyagban. Ez közel háromszorosa a lucernalisztben és négyszerese a búzakorpában található nitrogéntartalomnak.

Mindkét módszerrel előállított és dúsított táptalajok nedvességtartalma az optimális intervallumban mozgott. A legkevesebb 69,4 és a legtöbb 72,7 m/m% volt. A pH-érték 7,17 és 8,82 között változott. A nitrogéntartalom a natúr szalmában 0,56 és 0,68 m/m% között, a dúsítás hatására 0,69 és 1,22 m/m% között szóródott.

Megvizsgáltam a szalma táptalajról és a komposztról szedett gombák mintáit és összehasonlítottam őket. A trágyakomposzton termett *Agaricus bisporus* termőtest nagyságrendileg hasonló mennyiségben tartalmazta a makro- és mikroelemeket, mint a szalma táptalajon termett gomba. Jelentős különbség a Na-, B-, Mn- és Zn-tartalomban volt. A szalma táptalajon termett *Agaricus bisporus* termőtestek nagyságrendileg szintén hasonló mennyiségben tartalmazták a

makro- és mikroelemeket, mint az ugyanezen a táptalajon termett *Agaricus bitorquis*. Jelentősebb különbség a Na- és Fe-tartalomban volt.

A kísérletek eredményei alapján összegezve elmondható, hogy a szalma táptalajon - amennyiben azt megfelelő nitrogén tartalmú anyagokkal dúsítják - a komposzton elérhető terméseredményekhez hasonlókat kaphatók. A kísérletekben alkalmazott dúsítók közül a ProMycel tartalmazott legtöbb nitrogént. A ProMycel 1-3%-os adagolása esetén 100 kg alapanyagra vonatkoztatva az *Agaricus bisporus*-nál 34 kg, az *Agaricus bitorquis* esetében 23 kg körüli hozamok érhetőek el.

A dolgozatban leírt kísérletsorozat eredményei nagyon biztatóak. Szükségesnek tartok egy üzemi méretű kísérlet lefolytatását is, amely a gyakorlati termesztés számára értékes, finomabb részletek kidolgozását is lehetővé tenné.

7. Summary

From among the edible mushrooms the cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*) is produced world-wide in the highest quantities. In the past 200 years numerous publications have dealt with compost production methods. At the beginning *Agaricus* was grown on horse-dung compost. Then in the past 30-40 years synthetic compost has been introduced. Compost production- if it wants to satisfy modern requirements – needs high investment costs, professional knowledge, and different raw materials including dung of different kinds which challenged the protest of environment friends.

The question arose whether mushroom substrates could be prepared by simpler methods and in shorter time. There are no or hardly any publications about successful trials on substrates different from compost. Hungarian researchers dealt with the subject at the end of 1980's. *Agaricus bisporus* and *Agaricus bitorquis* were successfully cultivated on chopped heat treated straw steamed dry (xerotherm method) which served as substrate to oyster and the other mushrooms. Yields were low attributed to the low N-content of the straw. Experiments were started by adding products of high N-content to the substrate to increase yield.

The straw substrate mentioned above has the advantage that it can be prepared quickly and has no special requisites in relations to compost. In the xerotherm method straw substrate can be produced in one day, in the microbiological method in 10 days. The microbiological method needs more investments, than xerotherm method. No stinking gases develop which could pollute environment.

My aim was to find enriching agents of high N-content to make *Agaricus bisporus* and *Agaricus bitorquis* production profitable on straw substrate by xerotherm and microbiological heat-treatment methods.

The first preliminary trials were made in small quantities with both species. Straw substrate prepared by the two heat-treatment method was enriched with pea-straw, soya-straw, wheat bran, alfalfa meal and ProMycel in 1, 2 and 3% doses in 2 replications. The substrate was filled in 500 gram bags. The speed of mycelium growth was observed and yields evaluated statistically.

There was no considerable difference in mycelium growth rate on either substrate between enriching agents and their concentrations. The average colonization time of the 2 enriched substrate and 2 species was nearly identical with that on natural straw (control). Results showed quicker mycelium growth of both species on microbiologically heat-treated substrates. Based on yield data wheat bran, alfalfa meal and ProMycel proved to be the best in the mean of 3 concentrations of the 5 agents tested. The 3 best enriching agents mentioned above were studied again in larger (2000 and 5000 gram) quantities in 2 replications in a random block design. Mycelium growth rate,

fruiting time, the time of the first harvest, the harvest period and yield were observed and evaluated statistically.

In mycelium growth rate differences of various sizes could be seen depending on substrate (200 and 5000 gram, xerotherm and microbiologically heat-treatment) and species. *Agaricus bisporus* colonized the substrate in 18-26 days, *Agaricus bitorquis* in 19-30 days.

Agaricus bisporus fruit bodies were formed in 30-37 days from spawning and *Agaricus bitorquis* fruit bodies in 30-52 days. The first mushrooms were harvested between 37-57 days with *Agaricus bisporus* and between 38-61 days with *Agaricus bitorquis*. It could be stated that differences in the time were caused, above all, by substrate production methods and not by the quantity or type of the enriching agents. The harvest process varied. On the substrate of xerotherm heat-treatment the majority of mushrooms were harvested in 10-20 days following fruiting. On the substrate with microbiological treatment the majority of yield could also be harvested in 5-10 days. Afterwards exceptionally high yield was only obtained occasionally in some treatment.

Trial yield for both species came near to those generally harvested on mushroom farms. *Agaricus bisporus* yield was higher in both xerotherm and microbiologically treated enriched substrates than that of *Agaricus bitorquis*.

Chief components of the 3 enrichment agents and enriched substrates were analysed in a laboratory. Of the 3 agents (wheat bran, alfalfa meal, ProMycel) ProMycel had the highest N-content 8,94 m/m% in air-dry matter. It is nearly 3 times as high as that of alfalfa meal and 4 times that of wheat bran. The humidity of the heat-treated and enriched substrates ranged within optimal values, minimum 69,4 m/m% and maximum 72,7 m/m%. pH-values varied between 7,17 and 8,82. The N-content of natural straw was between 0,56 and 0,62 m/m% and between 0,69 and 1,22 m/m% when enriched.

Samples of mushroom collected from straw substrate and compost were also analysed and compared. *Agaricus bisporus* fruit bodies harvested on dung compost contained macro- and microelements in similar quantities as mushroom grown on straw. Considerable difference was found in Na, B and Zn content. *Agaricus bisporus* grown on straw substrate had the same ratio of macro- and microelements as *Agaricus bitorquis*. Some difference was found in Na and Fe contents.

Based on trial results it can be summed up that yields similar to those on compost can be obtained on straw substrate if enriched by products of proper N-content. Among the enriching agent used in the trial ProMycel in 1-3% doses to 100 kg raw material yield could be expected with *Agaricus bisporus* 34 kg on and 23 kg with *Agaricus bitorquis*.

Results described here are very promising. I should recommend further large-scale trials to elaborate details necessary for production.

Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: A kétféle módszerrel előállított táptalajról szedett <i>Agaricus bisporus</i> termőtestek főbb összetevői Vetter (1994) nyomán	10
2. táblázat: Különböző szalmák főbb összetevői (Stamets, 2000) és C:N arány (Kreybig, 1955) nyomán	18
3. táblázat: A gombatermesztésben nitrogéndúsításra alkalmazható és viszonylag könnyen elérhető anyagok kémiai összetétele (Stamets, 2000)	19
4. táblázat: Dúsítók és töménységek hatása az <i>Agaricus bisporus</i> hozamára.....	40
5. táblázat: Dúsítók és töménységek hatása az <i>Agaricus bitorquis</i> hozamára	41
6. táblázat: A dúsítók és töménységek hatása az <i>Agaricus bisporus</i> hozamára (500 g)	46
7. táblázat: A dúsítók és töménységek hatása az <i>Agaricus bitorquis</i> hozamára (500 g).....	46
8. táblázat: A dúsítók hatása az <i>Agaricus bisporus</i> faj hozamára xerotherm eljárással előállított táptalajon (2000 gramm)	50
9. táblázat: A dúsítók hatása az <i>Agaricus bitorquis</i> faj hozamára xerotherm eljárással előállított táptalajon (2000 gramm)	53
10. táblázat: A dúsítók hatása az <i>Agaricus bisporus</i> faj hozamára xerotherm eljárással előállított táptalajon (5000 gramm)	59
11. táblázat: A dúsítók hatása az <i>Agaricus bitorquis</i> faj hozamára xerotherm eljárással előállított táptalajon (5000 gramm)	63
12. táblázat: A dúsítók hatása az <i>Agaricus bisporus</i> faj hozamára mikrobiológiai eljárással előállított táptalajon (2000 gramm)	67
13. táblázat: A dúsítók hatása az <i>Agaricus bitorquis</i> faj hozamára mikrobiológiai eljárással előállított táptalajon (2000 gramm)	71
14. táblázat: A dúsítók hatása az <i>Agaricus bisporus</i> faj hozamára mikrobiológiai eljárással előállított táptalajon (5000 gramm)	75
15. táblázat: A dúsítók hatása az <i>Agaricus bitorquis</i> faj hozamára mikrobiológiai eljárással előállított táptalajon (5000 gramm)	80
16. táblázat: A dúsítóanyagok makro- és mikroelem-tartalmának vizsgálati eredményei	80
17. táblázat: Xerotherm hőkezelési módszerrel előállított és dúsított táptalaj laboratóriumi vizsgálatának eredményei (2000 grammos kiszűrés)	81
18. táblázat: Xerotherm hőkezelési módszerrel előállított és dúsított táptalaj laboratóriumi eredményei (5000 grammos kiszűrés)	82
19. táblázat: A mikrobiológiai hőkezelési módszerrel előállított szubsztrátum laboratóriumi vizsgálatának eredményei (2000 grammos kiszűrés)	83

20. táblázat: A mikrobiológiai hőkezelési módszerrel előállított szubsztrátum laboratóriumi vizsgálatának eredményei (5000 grammos kiserelés)	84
21. táblázat: A szalmán és komposzton termett termőtestek főbb összetevői	85

Ábrák jegyzéke

1. ábra: <i>Agaricus bisporus</i> faj termőtest fejlődése	15
2. ábra: <i>Agaricus bitorquis</i> termőtestek	15
3. ábra: <i>Agaricus bisporus</i> 2000 grammos táptalajon, pincében elhelyezve	30
4. ábra: Az előkísérletekben felhasznált dúsítóanyagok (felső sor balról jobbra: borsószalma, szójaszalma, alsó sor balról jobbra: lucernaliszt, búzakorpa, ProMycel)	32
5. ábra: Oltóanyag előállításának folyamata a gombalaboratóriumban.....	34
6. ábra: A 2000 grammos kísérletet klimatizált termesztőházban szövettem át	35
7. ábra: A 2000 grammos kiszerezésű kísérletet takarás után a pincében szövettem á.....	36
8. ábra: <i>Agaricus bitorquis</i> 2000 grammos táptalajon szedés előtt	36
9. ábra: A dúsítóanyagok hatása a xerotherm eljárással készített 500 grammos táptalaj átszövődési idejére	38
10. ábra: Az <i>Agaricus bisporus</i> hozamának alakulása az 500 grammos xerotherm eljárással készített táptalajon	38
11. ábra: <i>Agaricus bitorquis</i> hozamának alakulása az 500 grammos xerotherm eljárással készített és dúsított szubsztrátumon.....	39
12. ábra: A dúsítóanyagok hatása az átszövődési időre a mikrobiológiai módszerrel előállított 500 grammos szubsztrátumon	41
13. ábra: <i>Agaricus bisporus</i> 500 grammos kiszerezésben borzolás előtt	42
14. ábra: <i>Agaricus bitorquis</i> mikrobiológiai módszerrel hőkezelt, 500 grammos táptalajon	42
15. ábra: <i>Agaricus bisporus</i> első hulláma 500 grammos táptalajon.....	43
16. ábra: <i>Agaricus bitorquis</i> első hulláma 500 grammos táptalajon	43
17. ábra: <i>Agaricus bisporus</i> hozamának alakulása az 500 grammos mikrobiológiai módszerrel előállított, dúsított táptalajon	44
18. ábra: <i>Agaricus bitorquis</i> hozamának alakulása az 500 grammos mikrobiológiai módszerrel előállított, dúsított táptalajon	45
19. ábra: A csírázás napjától az első szedésig eltelt napok száma <i>Agaricus bisporus</i> fajjal beoltott, xerotherm eljárással előállított, 2000 grammos táptalajon.....	47
20. ábra: A búzakorpa 1%, 2% és 3%-os dúsítás hatása az <i>Agaricus bisporus</i> éréslefutására xerotherm módszerrel hőkezelt 2000 grammos táptalajon.....	47
21. ábra: A lucernaliszt 1%, 2% és 3%-os dúsítás hatása az <i>Agaricus bisporus</i> éréslefutására xerotherm módszerrel előállított 2000 grammos táptalajon.....	48
22. ábra: A ProMycel 1%, 2% és 3%-os dúsítás hatása az <i>Agaricus bisporus</i> éréslefutására xerotherm módszerrel előállított 2000 grammos táptalajon.....	48

23. ábra: Az <i>Agaricus bisporus</i> faj hozamának alakulása a szárazon hőkezelt, 2000 grammos kiszerezésű táptalajon	49
24. ábra: A csírázás napjától az első szedésig eltelt napok száma <i>Agaricus bitorquis</i> fajjal beoltott, xerotherm eljárással előállított, 2000 grammos táptalajon.....	50
25. ábra: A korpa 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bitorquis</i> fajnál 2000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon.....	51
26. ábra: A lucernaliszt 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bitorquis</i> fajnál, 2000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon.....	51
27. ábra: A ProMycel 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bitorquis</i> fajnál, 2000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon.....	52
28. ábra: Az <i>Agaricus bitorquis</i> hozamának alakulása xerotherm eljárással előállított és dúsított, 2000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon	52
29. ábra: Az <i>Agaricus bisporus</i> és <i>Agaricus bitorquis</i> hozamának összehasonlítása xerotherm hőkezelési eljárással előállított és dúsított, 2000 grammos kiszerezésű táptalajon	53
30. ábra: <i>Agaricus bisporus</i> termőrefordulás idején.....	54
31. ábra: <i>Agaricus bisporus</i> csírázásától számított napok száma az első szedésig, xerotherm hőkezelési eljárással előállított, 5000 grammos kiszerezésű táptalajon	55
32. ábra: A 3%-os búzakorpa dúsításos (bal oldali zsák) és a kontroll (jobb oldali zsák) táptalaj közötti különbség (<i>Agaricus bisporus</i>)	55
33. ábra: A korpa 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bisporus</i> fajnál, 5000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon.....	56
34. ábra: A lucernaliszt 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bisporus</i> fajnál, 5000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon	56
35. ábra: A 3%-os lucernalisztes dúsítás (bal oldali zsák) és a kontroll (jobb oldali zsák) táptalaj azonos időpontban (<i>Agaricus bisporus</i>).....	57
36. ábra: A ProMycel 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bisporus</i> fajnál 5000, grammos kiszerezésű szubsztrátumon	57
37. ábra: Xerotherm módszerrel előállított táptalajon, ProMycellel 3%-ban dúsítva, <i>Agaricus bisporus</i> két ismétlése az első terméshullám elején.....	58
38. ábra: A ProMycellel 3%-ban dúsított (bal oldali zsák) és kontroll (jobb oldali zsák) első hullámának alakulása azonos időpontban felvételezve (<i>Agaricus bisporus</i>)	58
39. ábra: Az <i>Agaricus bisporus</i> hozamának alakulása a xerotherm eljárással előállított, dúsított, 5000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon	59
40. ábra: <i>Agaricus bitorquis</i> csírázásától az első szedésekig eltelt napok száma a xerotherm eljárással előállított és dúsított, 5000 grammos kiszerezésű táptalajon.....	60

41. ábra: A korpa 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bitorquis</i> fajnál, 5000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon.....	60
42. ábra: A lucernaliszt 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bitorquis</i> fajnál, 5000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon.....	61
43. ábra: A ProMycel 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsítás hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bitorquis</i> fajnál, 5000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon.....	61
44. ábra: Az <i>Agaricus bitorquis</i> hozama a xerotherm eljárással előállított és dúsított szubsztrátumon, 5000 grammos kiszerezésben.....	62
45. ábra: <i>Agaricus bitorquis</i> faj első ismétlésének termése xerotherm módszerrel előállított, 2%-os ProMyceles dúsítóval kevert táptalajon	62
46. ábra: A xerotherm hőkezelési eljárással előállított és dúsított táptalajon termett <i>Agaricus bisporus</i> és <i>Agaricus bitorquis</i> hozamának összehasonlítása	63
47. ábra: <i>Agaricus bisporus</i> csírázásától az első szedésekig eltelt napok száma a mikrobiológiai eljárással előállított és dúsított, 2000 grammos kiszerezésű táptalajon.....	64
48. ábra: A búzakorpa 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bisporus</i> fajnál, 2000 grammos kiszerezésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon	65
49. ábra: A lucernaliszt 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bisporus</i> fajnál 2000 grammos kiszerezésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon	65
50. ábra: A ProMycel 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bisporus</i> fajnál 2000 grammos kiszerezésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon.	66
51. ábra: <i>Agaricus bisporus</i> hozamai a különböző dúsítások hatására mikrobiológiai módszerrel előállított, dúsított, 2000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon	67
52. ábra: <i>Agaricus bitorquis</i> csírázásától az első szedésekig eltelt napok száma a mikrobiológiai eljárással előállított és dúsított, 2000 grammos kiszerezésű táptalajon.....	68
53. ábra: A búzakorpa 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bitorquis</i> fajnál 2000 grammos kiszerezésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon	69
54. ábra: A lucernaliszt 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bitorquis</i> fajnál 2000 grammos, mikrobiológiai módszerrel előállított táptalajon	69
55. ábra: A ProMycel 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bitorquis</i> fajnál, 2000 grammos kiszerezésű, mikrobiológiai módszerrel előállított táptalajon	70
56. ábra: <i>Agaricus bitorquis</i> hozamai a különböző dúsítások hatására mikrobiológiai módszerrel előállított, dúsított, 2000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon	70

57. ábra: <i>Agaricus bisporus</i> csírázásától az első szedésekig eltelt napok száma a mikrobiológiai módszerrel előállított és dúsított, 5000 grammos kiszerezésű táptalajon.....	72
58. ábra: <i>Agaricus bisporus</i> termőtestek a dúsítás hatására eltérő időpontokban váltak szedésre éretté.....	72
59. ábra: A búzakorpa 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bisporus</i> fajnál 5000 grammos kiszerezésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon	73
60. ábra: A lucernaliszt 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bisporus</i> fajnál 5000 grammos kiszerezésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon	73
61. ábra: A ProMycel 1%, 2% és 3%-os töménységű dúsításának hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bisporus</i> fajnál 5000 grammos kiszerezésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon.	74
62. ábra: <i>Agaricus bisporus</i> hozamai a különböző dúsítások hatására mikrobiológiai módszerrel előállított, dúsított, 5000 grammos kiszerezésű szubsztrátumon	74
63. ábra: <i>Agaricus bisporus</i> faj második ismétlése mikrobiológiai módszerrel előállított táptalajon, 2%-os ProMycel-es dúsítás határára magas hozamot adott (2000 grammos kiszerezés).....	75
64. ábra: <i>Agaricus bitorquis</i> 5000 grammos zsákok takarás után, letermesztésre elhelyezve.....	76
65. ábra: <i>Agaricus bitorquis</i> csírázásától az első szedésekig eltelt napok száma a mikrobiológiai eljárással előállított és dúsított, 5000 grammos kiszerezésű táptalajon.....	76
66. ábra: Az 1%, 2% és 3%-os töménységű búzakorpa dúsítás hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bitorquis</i> fajnál 5000 grammos kiszerezésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon	77
67. ábra: Az 1%, 2% és 3%-os töménységű lucernaliszt dúsítás hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bitorquis</i> fajnál 5000 grammos kiszerezésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon	77
68. ábra: Az 1%, 2% és 3%-os töménységű ProMycel dúsítás hatása a terméslefutásra <i>Agaricus bitorquis</i> fajnál 5000 grammos kiszerezésű, mikrobiológiai módszerrel előállított szubsztrátumon	78
69. ábra: <i>Agaricus bitorquis</i> faj második ismétlése mikrobiológiai módszerrel előállított, ProMycellel 2%-ban dúsított táptalajon, szedés előtt	78
70. ábra: <i>Agaricus bitorquis</i> faj első ismétlése mikrobiológiai módszerrel előállított, ProMycellel 3%-ban dúsított táptalajon, szedés előtt	79
71. ábra: A két különböző hőkezelési módszerrel előállított és dúsított táptalajon termett <i>Agaricus bisporus</i> és <i>Agaricus bitorquis</i> hozamának összehasonlítása	79

MELLÉKLETEK

1. melléklet: Irodalomjegyzék

1. BAHL, N. (1991): Supplementation of nitrogen in *Agaricus* compost by agro wastes. Sci. and Cult. of Edible Fungi. Mahler (*ed.*), Balkema, Rotterdam. 13(1): 201-203. p.
2. BALÁZS, S. (1974): A gombatermesztés fejlesztésének lehetőségei különböző fajokkal és termesztési módszerekkel Magyarországon. Kecskemét, Dissz. 439. p
3. BALÁZS, S. (1982): Termesztett gombáink, Akadémiai Kiadó, Budapest, 362 p.
4. BALÁZS, S. (1986): Gombatermesztési kutatások a Zöldségtermesztési Kutató Intézetben, Gombatermesztési Tájékoztató, (2): 6-17. p.
5. BALÁZS, S. –GULYÁS, F. – KOVÁCSNÉ, GY. M. (1995): Microbiological characteristics of substrates prepared by heat-treatment. Bulletin of the Vegetable Crops Research Intitute, Kecskemét, 27: 11-17. p.
6. BALÁZS, S. - KOVÁCSNÉ GY. M. (1987): Termesztési kísérletek *Coprinus comatus*-szal. Zöldségtemesztési Kutató Intézet Bulletinje, 20: 5-9. p.
7. BALÁZS, S. - KOVÁCSNÉ GY. M. (1989): A csiperkegomba (*Agaricus bisporus* (Lge.) Sing.) termesztése szalmán. Zöldségtermesztési Kutató Intézet Bulletinje, 22: 59-64. p.
8. BALÁZS, S. - KOVÁCSNÉ GY. M. (1993): Termesztési kísérletek a csiperkegombával szalmatáptalajon, Kertgazdaság, 25 (2): 60-66.p
9. BALÁZS, S. – MASZLAVÉR, P. – FERENC, K. (2006): Mushroom production and research, Hungarian Agricultural Research, 15 (1): 4-8. p.
10. BANO, Z. - RAJARATHNAM, S. - NAGARAJA. N. (1978): Some Aspects ont he Coultivation of *Pleurotus flabellatus* in India. Proc. of the 10th Int. Cong. on the Sci. and Cult. of Ed. Fungi. Bordeaux. Mushroom Science 10: 567-608. p.
11. BOHUS, G - KORONCZY, I. - UZONYI, S. (1961): A termesztett csiperke (*Psalliota bispora* (Lange) Treschow.) Magyarországi kultúrflórája. Budapest, Akadémiai Kiadó, 1: 162 p.
12. BÖTTICHER, W. (1974): Technologie der Pilzverwertung. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart. 208. p.
13. CABI (2010): Index Fungorum. –<http://www.indexfungorum.org/>
14. Champfood website (2010): <http://www.champfood.com/>
15. CHANG, S. T. - MILES, P. G. (2003): Mushrooms - Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect and Enviromental Impact. Boca Raton, Florida, CRC Press. 451 p.

16. CHEN, S. – OH, S. – PHUNG, S. – HUR, G. – YE, J. J. – KWOK, S. L. – SHRODE, G. E. – BELURY, M. – ADAMS, L. S. – WILLIAMS, D. (2006): Anti-Aromatase Activity of Phytochemicals in White Button Mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Cancer Research*, 66 (24): 1226-1234. p.
17. DUNS, G. J. – RINKER, D. L. – KING, L. – RIPLEY, B. D. – ALM, G. (2004): Comparisons of odour emissions from mushroom substrate prepared by traditional windrow and forced aeration composting methods using organoleptic and analytical chemical methods of odour assessment. *Mushroom News*, 52 (8): 6-24. p.
18. EDWARDS, R. L. (1950): Directions for making M.R. A. compost. *Ann. Rev. Mushr. Res. Stat. Yaxley*. 45-48. p.
19. FLETCHER, J. T. - WHITE, P.F. - GAZE, R. H. (1989): *Mushrooms: Pest and Dease Controll*. Intercept, Andover. 98.p.
20. GAŠIĆ, O. (1992): Biohemija biljaka. *Naučna Knjiga, Beograd*, 164-174. p.
21. GERRITS, J. P. G. - BELS-KONING, H. C. - MULLER, F. M. (1965): Changing in compost constituents during composting, pasteurisation and cropping. *Mushroom Science*. 6. Amsterdam, 245-255. p.
22. GERRITS, J. P. G. (1989): Supplementantation of *Agaricus* Compost with Organic Materials with Special Attention to the Uptake of Minerls and Amino Acids. *Muschroom Science XII. Proc. of the 12th Int. Cong. on the Sci. and Cult. of Ed. Fungi. Braunschweig*. 361-370. p.
23. GRUIZ, L. (2001): A magyar gombaipar egyedülálló lehetősége. *Magyar Gomba*, 5(17):10-16. p.
24. GRUIZ, L. (2010): A magyar gombaágazat helyzete. *Zöldség-Gyümölcs Piac és Technológia. Innofresh Nonprofit Kft., 14(4): 10-11. p.*
25. GULER, P. – ERGENE, A. – TAN, S. (2006): Production of high temperature-resistant strains of *Agaricus bitorquis*. *African Journal of Biotechnology*, 5(8): 615-619. p.
26. GYÖRFI, J. (2003): Csiperketermesztés nem csak vállalkozóknak. Budapest. Szaktudás Kiadó Ház. 199 p.
27. HORVÁTH, S. (1980): *Mikrobiológiai praktikum*. Tankönyvkiadó, Budapest, 115-118. p.
28. HUNKE, W. (1971): Der Stand der Entwicklung des Champignon-Anbauverfahrens mit nicht kompostiertem Nährsubstrat (Hunke Verfahren) sowie seine derzeitigen Anwendungsmöglichkeiten. *Der Champignon*, 113: 5-18. p.
29. HUNKE, W. - SENGBUSCH, R. (1968): Champignonanbau auf nicht kompostiertem Nährsubstrat. *Muschroom Science*. 7: 405-419. p.
30. JAKUCS, E. (1996): Bevezetés a mikológiába. ELTE Természettudományi Kar Egyetemi Jegyzet. 223 p.

31. JAKUCS, E. - VAJNA, L. (2003): Mikológia. Agroiinform Kiadó, Budapest. 139-195. p.
32. KALBERER, P.P. (1990): Water relations of the mushroom culture *Agaricus bisporus*: study of a single break. *Sciencia Hort.* 41: 277-283. p.
33. KALMÁR, Z. (1976): A gombák helye az élővilágban anyagcseréjük alapján. *Mikológiai Közlemények* (1): 57-67. p.
34. KALMÁR, Z – MAKARA, GY. - RIMÓCZI, I. (1989): Gombászkönyv. Natura Kiadó, Budapest. 133. p.
35. KASTORI, R. (1995): Fiziologija biljaka. Nauka, Beograd. 51-56. p.
36. KORONCZY, Iné. (1987): A csiperkekomposzt. Gombatermesztési tájékoztató, Budapest, (1): 8-22. p.
37. KOVÁCSNÉ, GY. M. (2009): Laskaalapanyagok, Szóbeli közlés.
38. KREYBIG, Z. (1955): Trágyázástan. A talajélőlények és növények okszerű táplálásának irányelvei. Budapest, Mezőgazda Kiadó 470 p.
39. LABORDE, J. (1980): Rapid substrate making. *The Mushroom J.* 94: 49-361. p.
40. LABORDE, J. - DELMAS, J. - LAMAU, L. - BERTHAUD, J. (1972): La préparation express des substrat (P.E.S.) pour la culture du champignon de couche. *Mushroom Science* 8: 675-706. p.
41. LELLEY, J. (1991): Pilzanbau-Biotechnologie der Kulturspeisepilze. Stuttgart, Eugen Ulmer GmbH & Co. 404. p.
42. LELLEY, J. (1997): Die Heilkraft der Pilze. ECON, Düsseldorf. 80-86. p.
43. LILLY, N. - BARNETT, M. (1951): Physiology of fungi. London Mc. Grow-Hill. 464 p.
44. MAMIRO, P. D. – ROYSE, D. J. –BEELMAN, R. B. (2007): Yield, size, and mushroom solids content of *Agaricus bisporus* produced on non-composted substrate and spent mushroom compost. *Word Journal of Microbiology and Biotechnology.* 23:1289-1296. p.
45. MAMIRO, P. D. – ROYSE, D. J. (2008): Yield and Mushroom Solids of *Agaricus bisporus* as Influenced by Moisture Content of Substrates. *Proceedings of the 6th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products, Bonn*, 83-89. p.
46. MARSELEK, S.-DEME, P. – HÁGEN, I. (2004): A csiperkegomba termesztés ökonómiai elemzése. http://www.gtk.szie.hu/upload_files/20070914064557_Marselek_TI_hun.doc
47. NAGY, A. (2003): Új laskagomba-alapanyaggyártó üzem Kecskeméten. *Magyar Gombahíradó* 38: 8.p.
48. NOBLE, R. – HOBBS, P. J. –DOBROVIN-PENNINGTON, A. – MISSELBROOK, T. H. – MEAD, A. (2000): Olfactory Response to Mushroom Composting Emissions as a Function of Chemical Concentration. *Journal of Enviromental Quality.* 30(3):760-767. p.
49. OEI, P. (2003): Mushroom cultivation. Buckhuys Publishers, Leiden. 196-200. p.

50. OVERSTINS, A. - BOCKSTAELE, L. (1989): Supplementation at casing with keratin and cornlutein. Mushroom Science XII. Proc. of the 12th Int. Cong. on the Sci. and Cult. of Ed. Fungi. Braunschweig. 371-380. p.
51. POPPE, J. A. - HOFTE, M. (1995): Twenty wastes for twenty cultivated mushrooms. Sci. and Cult. of Edible Fungi. Balkema, Rotterdam. 171-179. p.
52. Q'SAI (2004): http://japancorp.net/Article.Asp?Art_ID=8705
53. RÁCZ, J.-KORONCZY, I-né (2001): Hogyan termesszünk csiperkegombát? Korona Országos Gombaipari Egyesülés, Eger. 176 p.
54. REMPE H. (1953): Some experiments with saw-dust compost. Mushroom Science, Gembloux. 2: 131-133. p.
55. RINKER, D. L. (1991): Alternativ additives, supplement and casing amendments for *Agaricus bisporus*. Sci. and Cult. of Edible Fungi. Mahler (ed.), Balkema, Rotterdam. 13 (2): 781-789. p.
56. ROYSE, D. J. – SANCHEZ, J. E. – BEELMAN, R. B. – DAVIDSON, J. (2008): Re-supplementing and re-casing mushroom (*Agaricus bisporus*) compost for a second crop. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 24:319-325. p.
57. ROYSE, D. J. (2008): Double Cropping *Agaricus bisporus* by Re-supplementing and Re-casing Compost. Proceedings of the 6th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products, Bonn, 48-53. p.
58. SINDEN, J. W. - HAUSER, E. (1950): The Short Method of Composting. Mush. Science. 1: 52-59. p.
59. SOMOSNÉ, N. A.- KOVÁCS, A. - KOVÁCSNÉ GY. M. (2007): Az átszövődési idő hatása a *Pleurotus sp.* terméshozamára. Kertgazdaság, 39: 10-13. p.
60. STAMETS, P. (1983): The Mushroom Cultivator. Agaricon Press. Olympia, Washington, 415 p.
61. STAMETS, P. (2000): Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms, Ten Speed Press, Berkley, Toronto. 574 p.
62. STOLLER, B. B. (1954): Principles and practice of mushroom culture. Econ. Bot. 8(1): 48-95. p.
63. SVÁB, J. (1973): Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 77-167. p.
64. SZABÓ, I. (1990): A csiperke, a laska és más gombák termesztése. ILK MODUL Vállalkozási Iroda, Budapest. 323 p.
65. SZILI, I. - VÉSSEY, E. (1980): A csiperke és más gombák háztáji termesztése, Mezőgazda Kiadó, Budapest. 85-87. p.

66. SZILI, I. (1994): Gombatermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 194 p.
67. SZILI, I. (2008): Gombatermesztők könyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 208 p.
68. SZTRAKAY, Á. (1979): Kémiai utalások a gombatrágya komposztálása idején. Szakdolgozat, KEÉ. Budapest.
69. TERPÓ, A. (1983): Gombaismeret, forgalmazás, ellenőrzés 1. Jegyzet, Kertészeti Egyetem. 177 p.
70. TILL, O. (1961): Champignonkultur auf sterilisiertem Nährsubstrat. Dt. Gartenbauwirtschaft. 9(10): 215-216. p.
71. TÖRLEY, D. (1972): A gombák kémiája. Jegyzet, Országos Erdészeti Egyesület Mikológiai és Faanyagvédelmi Szakosztálya által rendezett felsőfokú gombaismerői tanfolyamrészére. 36-49. p.
72. TÖRLEY, D. - NEDELKOVITS, J. (1966): Über die chemische Zusammensetzung von essbaren und giftigen Pilzen. Kohlenhydrategehalt. Ref. Z. Lebensmitt.-Unters.Forsch. 130:119. p.
73. TRESCHOW, C. (1944): Nutrition of the Cultivated Mushrooms Dansk. Bot. Arkiv. 11(6):180 p.
74. USDA United States Department of Agriculture (2010): Mushrooms Industry Report, Economic Research Service. Table 08.
<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1395>
75. UZONYINÉ, L. A. (1969): Csiperkegomba komposztok. Budapest, MÉMIK Témadok. 70 p.
76. VAJNA, B. - NAGY, A. - SAJBEN, E. - MANCZINGER, L. - SZÍJÁRTÓ, N.-KÁDÁR, Z. - BORDÁS, D. - MÁRIALIGETI, K. (2010): Microbial community structure changes during oyster mushroom substrate preparation. Applied Microbiology Biotechnology, 86 (1):367-375. p.
77. Van GRIENSVEN, L. J. L. D. (1988): The Cultivation of Mushrooms, Darlington Mushroom Laboratories Ltd. Rustington, Sussex, England, 515 p.
78. Van HOREN, L. G. J. – Van RIJSWICK, C. – BASS, E. (2008): Economic Developments in the Mushroom Industry. Sixth International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products. Bonn, Germany. Programme and Abstracts. 34. p.
79. Van ZAAYEN, A. (1976): Immunity of strains of *Agaricus bitorquis* to mushroom virus disease. European Journal of Plant Pathology. 82: 120-131. p.

80. SANCHEZ, J. E. – ROYSE, D. J. – HERNANDEZ, G. (2002): Development of non-composted substrates for production of *Agaricus bisporus*.
http://wsmbmp.org/proceedings/4th%20international%20conference/Documentos%20Word/6%20Substrates/6S-82%20Portos_Tap%20OK.doc
81. VEDDER, P. J. C. (1968): Moderne Champignonsteelt, Zwolle, 291 p.
82. VEDDER, P. J. C. (1978): Cultivation. In: Chang, S. T. - Hayes, W. A. : The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms. Academic Press, New York, 377-391. p.
83. VETTER, J. (1988): A szalmán történő csiperketermesztés kémiai, biokémiai, és élettani vizsgálata. Beszámoló jelentés. 1-19. p.
84. VETTER, J. (1989): Az általános mikológia alapjai. ELTE Természettudományi Kar, Tankönyvkiadó, Budapest. 211 p.
85. VETTER, J. (1994): Mineral elements in the important cultivated mushrooms *Agaricus bisporus* and *Pleurotus ostreatus*. Food Chemistry, 50:277-279. p.
86. VETTER, J. (2000 a): A csiperkegomba (*Agaricus bisporus*) beltartalmáról. Magyar Gomba. 4(14): 5-7. p.
87. VETTER, J. (2000 b): Mit „ér” a csiperkegomba? Magyar Gombahíradó. 8 (27): 3. p.
88. VETTER, J. (2000 c): Új adatok termesztett gombafajaink beltartalmáról. II. Nemzetközi Gombatermesztési Konferencia, Magyar Gombatermesztők Országos Szövetsége, Budapest. 51-54. p.
89. VPLANTS (2010): A Virtual Herbarium of the Chicago Region. Online resource for plant and fungi. <http://www.vplants.org/fungi/species/species.jsp?gid=67>
90. WALSH, P. A. (2000): Írországi tapasztalatok a III. fázisú komposzttal. Nemzetközi Gombatermesztési Konferencia, Magyar Gombatermesztők Országos Szövetsége, Budapest. 41-42. p.
91. YODER, J. B. - SINDEN, J. W. (1953): Synthetic compost in America. Mushroom Science 2:133-139. p.
92. (<http://elelmiszervizsgalat.hu/content/view/146/104/>)

2. melléklet: Dúsítóanyagok laboratóriumi analízisének eredményei

Vizsgálati eredménylap

Minták laboratóriumi azonosító száma:		N-006/10	N-007/10	N-008/10
A minták eredeti jelölése:		„K”	„L”	„P”
Vizsgálat neve	Mértékegységek	Eredmények		
Eredeti minta tömeg	g	516	612	740
A minta légszárazanyag-tartalma	m/m%	35,7	35,2	45,5
Kjeldahl N-tartalom	m/m % légsz. a.	2,55	3,24	8,94
Össz.* P-tartalom	m/m % légsz. a.	1,31	0,258	0,401
Össz.* K-tartalom	m/m % légsz. a.	1,25	1,87	1,23
Össz.* Na-tartalom	mg/kg légsz. a.	144	489	211
Össz.* Ca-tartalom	m/m % légsz. a.	0,142	1,37	0,284
Össz.* Mg-tartalom	m/m % légsz. a.	0,559	0,197	0,186
Össz.* Fe-tartalom	mg/kg légsz. a.	126	182	142
Össz.* Mn-tartalom	mg/kg légsz. a.	186	30,9	31,7
Össz.* Zn-tartalom	mg/kg légsz. a.	128	20,1	67,1
Össz.* Cu-tartalom	mg/kg légsz. a.	16,7	4,98	15,3
Össz.* B-tartalom	mg/kg légsz. a.	4,10	34,6	25,4
Össz.* Mo-tartalom	mg/kg légsz. a.	0,580	0,723	5,50

Magyarázat: < x,xx : a mért érték kisebb, mint x,xx .

(1m/m% = 10 000 mg/kg)

Összes* = salétromsav/hidrogén-peroxid (HNO₃/H₂O₂) oldható elemtartalom.

„K”-búzakorpa,

„L”-lucernaliszt,

„P”-ProMycel

Vizsgálatok mérési tartománya, módszerek, készülékek és a mérések becült bizonytalansága

Vizsgálat neve	Mérési tartomány	Vizsgálati módszer	Mérőkészülék	Bizonytalanság rel. %
Szárazanyag	1-99 %	MSZ-08-1783-1:1983	Gyorsmérleg. (AFP2100 típ., AE 23997917 gy.sz.)	± 0.5
Kjeldahl N-tartalom	> 200 mg/kg	MSZ-08-1783-6:1983	Vízgőz desztilláló és automata titráló (FOSS Kjeltec 2300 típ. gy. sz.: 378400205)	± 5-7.5
Összes* P	>10 mg/kg	MSZ-08-1783-28:1985	ICP spektrométer (JY ULTIMA 2 típ. gy. sz.: 52040772NE)	± 5-7.5
Összes* K	>100 mg/kg	MSZ-08-1783-29:1985		± 5-7.5
Összes* Na	>10 mg/kg	MSZ-08-1783-30:1985		± 4-5
Összes* Ca	>50 mg/kg	MSZ-08-1783-26:1985		± 4-5
Összes* Mg	>10 mg/kg	MSZ-08-1783-27:1985		± 5-7.5
Összes* Fe	>10 mg/kg	MSZ-08-1783-31:1985		± 4-5
Összes* Mn	>10 mg/kg	MSZ-08-1783-32:1985		± 4-5
Összes* Zn	>2 mg/kg	MSZ-08-1783-33:1985		± 4-5
Összes* Cu	>2 mg/kg	MSZ-08-1783-34:1985		± 4-5
Összes* B	> 0,5 mg/kg	MSZ-08-1783-36:1985		± 5-7.5
Összes* Mo	> 0,2 mg/kg	MSZ-08-1783-35:1985		± 5-7.5

Összes* = salétromsav/hidrogén-peroxid (HNO₃/H₂O₂) oldható elemtartalom.

3. melléklet: Termőtestek laboratóriumi analízisének eredményei

Vizsgálati eredménylap

Minták laboratóriumi azonosító száma:		N-1531/10	N-1629/10	N-1630/10
A minta eredeti jelölése:		G0	G1	G2
Parcella sorszáma:		-	-	
Tábla mérete:		-	-	
Növény faj/fajta:		A. bisp./szalma	A. bisp./komposzt -	A. bit./ szalma
Fejlettségi állapot:		-	-	
Vizsgálat neve	Mértékegységek	Eredmények		
Eredeti minta tömeg	g	451	556	265
A minta légszárazanyag-tartalma	m/m%	6,40	4,30	6,00
Kjeldahl N-tartalom	m/m % légsz. a.	4,24	5,03	4,46
Össz.* P-tartalom	m/m % légsz. a.	1,25	1,74	1,09
Össz.* K-tartalom	m/m % légsz. a.	5,33	6,86	5,95
Össz.* Ca-tartalom	m/m % légsz. a.	0,129	0,151	0,168
Össz.* Mg-tartalom	m/m % légsz. a.	0,132	0,151	0,142
Össz.* Na-tartalom	mg/kg légsz. a.	264	780	499
Össz.* Fe-tartalom	mg/kg légsz. a.	79,7	62,5	114
Össz.* Mn-tartalom	mg/kg légsz. a.	6,14	14,9	9,83
Össz.* Zn-tartalom	mg/kg légsz. a.	44,2	75,7	55,1
Össz.* Cu-tartalom	mg/kg légsz. a.	35,1	40,9	29,5
Össz.* B-tartalom	mg/kg légsz. a.	1,43	48,4	1,06
Össz.* Mo-tartalom	mg/kg légsz. a.	<0,200	0,264	0,235

Magyarázat: < x,xx : a mért érték kisebb, mint x,xx .

(1m/m% = 10 000 mg/kg)

Összes* = salétromsav/hidrogén-peroxid (HNO₃/H₂O₂) oldható elemtartalom.

Vizsgálatok mérési tartománya, módszerek, készülékek és a mérések becsült bizonytalansága

Vizsgálat neve	Mérési tartomány	Vizsgálati módszer	Mérőkészülék	Bizonytalanság rel. %
Szárazanyag	1-99 %	MSZ-08-1783-1:1983	Gyorsmérleg, (AFP2100 típus, AE 23997917 gy.sz.)	± 0.5
Kjeldahl N-tartalom	> 200 mg/kg	MSZ-08-1783-6:1983	Vízgőz desztilláló és automata titráló (FOSS Kjeltec 2300 típus, gy. sz.: 378400205)	± 5-7.5
Összes* P	>10 mg/kg	MSZ-08-1783-28:1985	ICP spektrométer (JY ULTIMA 2 típus, gy. sz.: 52040772NE)	± 5-7.5
Összes* K	>100 mg/kg	MSZ-08-1783-29:1985		± 5-7.5
Összes* Ca	>50 mg/kg	MSZ-08-1783-26:1985		± 4-5
Összes* Mg	>10 mg/kg	MSZ-08-1783-27:1985		± 5-7.5
Összes* Na	>10 mg/kg	MSZ-08-1783-30:1985		± 4-5
Összes* Fe	>10 mg/kg	MSZ-08-1783-31:1985		± 4-5
Összes* Mn	>10 mg/kg	MSZ-08-1783-32:1985		± 4-5
Összes* Zn	>2 mg/kg	MSZ-08-1783-33:1985		± 4-5
Összes* Cu	>2 mg/kg	MSZ-08-1783-34:1985		± 4-5
Összes* B	> 0,5 mg/kg	MSZ-08-1783-36:1985		± 5-7.5
Összes* Mo	> 0,2 mg/kg	MSZ-08-1783-35:1985		± 5-7.5

Összes* = salétromsav/hidrogén-peroxid (HNO₃/H₂O₂) oldható elemtartalom

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet szeretném kifejezni Dr. Győrfi Júliának, témavezetőmnek, aki tanulmányaimat és munkámat mindvégig figyelemmel kísérte és tanácsaival, tapasztalatával segítette.

Köszönöm a Budapesti Corvinus Egyetem Zöldség- és Gombatermesztési Tanszékének, hogy kutatási témámat befogadta.

Köszönöm a ZKI Zöldségtermesztési Kutató Intézet Zrt. vezetésének, hogy számomra lehetővé tették és támogattak a tudományos fokozatszerzés folyamán. Köszönettel tartozom a ZKI minden dolgozójának, aki munkájával hozzájárult a kísérleteim elvégzéséhez és a dolgozatom elkészítéséhez.

Köszönettel tartozom a Kecskeméti Főiskola Kertészeti Főiskolai Kar Zöldség-, Gomba- és Gyógynövénytermesztési Csoportjának a kísérletekkel és értékelésükkel kapcsolatban nyújtott segítségért.

Köszönöm a Pilze-Nagy Kft. és a Borotai Laska Kft. rugalmas hozzáállását, amivel segítségemre voltak a kísérletek időzítését illetően.

Hálásan köszönöm férjemnek és családomnak, hogy biztos háttérrel nyújtottak számomra, mialatt céljaim elérésén dolgoztam. Köszönöm türelmüket, megértésüket és lelki támogatásukat.